

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA  
COMPUTAÇÃO**

**Lisiane Cézar de Oliveira**

**A APLICAÇÃO DA TEORIA DA ATIVIDADE NA  
ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE  
COMPONENTES DE SOFTWARE: UM ESTUDO DE  
CASO NA ÁREA EDUCACIONAL**

**Prof. Leandro José Komosinski, Dr.(Orientador)**

**Florianópolis, Dezembro de 2004**

# **A APLICAÇÃO DA TEORIA DA ATIVIDADE NA ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE COMPONENTES DE SOFTWARE: UM ESTUDO DE CASO NA ÁREA EDUCACIONAL**

Lisiane Cézar de Oliveira

Esta Dissertação de Mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de mestre em Ciência da Computação, área de concentração em Sistemas de Conhecimento e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação.

---

Prof. Raul Sidnei Wazlawick, Dr.

Banca Examinadora

---

Prof. Leandro José Komosinski, Dr.(Orientador)

---

Profº. Edla Maria Faust Ramos, Dra.

---

Prof. Hugo Fuks, Dr.

---

Profº. Lúcia Helena Martins Pacheco , Dra.

*”Não se permita rastejar se tiver desejo de voar”*

A Deus....

Ofereço todos os sentimentos sentidos, todos momentos  
vividos...àquele a quem devo todo o meu agradecimento  
por ter me concedido força e serenidade para permanecer  
no caminho, que tanto foi desejado... mesmo com todos os  
sacrifícios, não solitários, mas de todos que viveram estes  
momentos comigo.

À Luis Claudio Gubert (minha interface compatível)

Com certeza, foi o “componente” mais importante da  
minha caminhada, pois sem você, com certeza meu  
caminhar teria sido muito mais difícil ou talvez impossível.

À você que foi meu homem, meu pai, meu filho ...que me  
teve amor ...que foi meu par e meu melhor amigo ...que  
estive comigo por onde andei ...

...a você que foi meu barco neste mar de incertezas,  
problemas e dificuldades ...e foi a vela que me levou longe!

À você minha vida, todo meu agradecimento!

# Agradecimentos

Ao fim de um trabalho árduo, porém extremamente prazeroso, considerando que estou parindo o fruto de minha obstinação, não me deixa esquecer de todos os que transitaram em meu universo, durante este período de maternidade intelectual. Cabe a mim neste momento agradecer a todos os “componentes” desta minha caminhada.

Agradecer aos meus pais, que mesmo sem condições nem oportunidades de estudar, não se fizeram pessoas incapazes de apontar caminhos.

Em especial à professora e hoje amiga Maria Augusta Silveira Netto Nunes (Guta), que me incentivou a ingressar no mestrado, que me fez descobrir o quanto eu era capaz, que me mostrou o caminho da pesquisa e quem desabrochou em mim o desejo de permanecer nele.

Ao Professor e amigo Selan, apesar de nossa pouca proximidade, devido a “rãos educacionais” antiquados, onde o professor exerce o papel de pedestal e sustentáculo do saber (sobre o meu ponto de vista, é claro!). Apesar de sua amabilidade e profissionalismo, eu não julgava correta tamanha proximidade com um “professor”. Porém, nos momentos pelos quais estivemos juntos, sem o clima escolar, conheci uma pessoa linda em todos os aspectos, que me incentivou a buscar por meus sonhos, mas sempre me deixando com os pés no chão, pra que estes não passassem apenas de sonhos e se tornassem realidade.

Ao meu orientador e amigo Leandro Komosinski, digo amigo com a intimidade que me concede, por que houveram momentos em que em nossas conversas precisei muito mais de um amigo do que um orientador. O Leandro é uma pessoa admirável com relação à sua capacidade intelectual, pois todas às vezes em que entrei em

sua sala, com certeza eu saí uma pessoa transformada.

Às minhas duas irmãs de coração Paula e Leila, àquelas que Deus colocou no meu caminho, com certeza, por um motivo muito especial.

Paula é a pessoa mais linda de coração que eu já conheci, sem falsa modéstia, sempre esteve disposta a ajudar, mesmo que isso custasse a ela abandonar o que mais a interessasse. Admiro muito sua capacidade de ser transparente, verdadeira e amorosa. Aprendemos muito uma com a outra, com nossos problemas familiares e financeiros. Passamos maus bocados, brigamos muito, choramos juntas, mas com certeza tudo isso só serviu para fortalecer nosso encontro, que não aconteceu por acaso.

Leila, minha amiga querida, não sei como nem quando poderei retribuir todo apoio que você me dispôs, toda força e incentivo em todos os \$entido\$.

Em especial, a uma pessoa que fez parte da minha vida durante um longo período, que teve importância significativa na minha caminhada até o mestrado e que no momento devido circunstâncias adversas da vida, não faz mais parte de meu convívio, mas que merece o meu respeito e meu agradecimento.

Aos colegas de mestrado, em especial ao Gilberto (Gil) e ao Augusto César, meus parceiros de cafezinho, de almoço no Servidores e de docinhos no La Bohème.

Enfim, à todos àqueles que não acreditaram que eu conseguiria.

# Sumário

<b>Lista de Figuras</b>	<b>x</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xii</b>
<b>Resumo</b>	<b>xiii</b>
<b>Abstract</b>	<b>xiv</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo . . . . .	4
1.2 Hipótese . . . . .	5
1.3 Justificativas . . . . .	6
1.4 Organização deste Documento . . . . .	10
<b>2 Componentes de Software</b>	<b>12</b>
2.1 Introdução . . . . .	12
2.2 Origem . . . . .	14
2.3 Definição . . . . .	14
2.4 Anatomia de Componentes . . . . .	17
2.5 Classes, Objetos e Componentes . . . . .	18
2.6 Perspectivas de Benefícios . . . . .	20
2.7 Limitações . . . . .	25
2.8 Modelos de Componentes de Software . . . . .	26
2.9 Conclusão . . . . .	27

<b>3</b>	<b>Componentes Educacionais</b>	<b>29</b>
3.1	Introdução . . . . .	29
3.2	Definição . . . . .	30
3.3	Artefatos Reutilizáveis em Educação . . . . .	32
3.4	Limitações de Componentes na Educação . . . . .	36
3.5	Benefícios de Componentes na Educação . . . . .	37
3.6	Componentes Educacionais na Prática . . . . .	38
3.6.1	E-SLATE . . . . .	38
3.6.2	ESCOT . . . . .	41
3.7	Conclusão . . . . .	45
<b>4</b>	<b>Teoria da Atividade</b>	<b>46</b>
4.1	Introdução . . . . .	46
4.2	Contexto Histórico . . . . .	46
4.3	Origem . . . . .	48
4.4	Conceito de Atividade . . . . .	50
4.5	Princípios da Teoria da Atividade . . . . .	51
4.6	Níveis da Atividade . . . . .	53
4.7	Elementos da Teoria da Atividade . . . . .	55
4.7.1	Comunidade . . . . .	55
4.7.2	Divisão de Trabalho . . . . .	61
4.7.3	Ferramenta . . . . .	63
4.7.4	Objeto . . . . .	66
4.7.5	Regras . . . . .	69
4.7.6	Sujeito . . . . .	72
4.8	Teoria da Atividade e Tecnologia Educacional . . . . .	74
4.8.1	Dinosaur Canyon . . . . .	74
4.8.2	Media Fusion . . . . .	76
4.8.3	Marine Virtual Explorer . . . . .	77
4.8.4	DARE . . . . .	78



4.9	Teoria da Atividade na Prática - Uma interpretação subjetiva . . . . .	81
4.9.1	Relação Sujeito-Ferramenta-Objeto . . . . .	82
4.9.2	Relação Comunidade-Objeto-Divisão de Trabalho . . . . .	84
4.9.3	Relação Sujeito-Regras-Comunidade . . . . .	86
4.10	Conclusão . . . . .	88
<b>5</b>	<b>Componentes Educacionais sob a ótica da Teoria da Atividade</b>	<b>90</b>
5.1	Introdução . . . . .	90
5.2	Taxonomia de Componentes Educacionais . . . . .	91
5.3	Relação Mediada . . . . .	92
5.3.1	A relação Sujeito - Regras - Comunidade . . . . .	93
5.3.2	A relação Sujeito - Ferramenta - Objeto . . . . .	95
5.3.3	A relação Comunidade - Divisão de Trabalho - Objeto . . . . .	97
5.4	Aplicação dos três níveis . . . . .	99
5.4.1	Componente Educacional com nível de mediação operacional . . . . .	100
5.4.2	Componente Educacional com nível de mediação ação . . . . .	101
5.4.3	Componente Educacional com nível de mediação atividade . . . . .	102
5.5	Considerações Finais . . . . .	104
5.6	Limitações no Resultado . . . . .	105
5.7	Conclusões . . . . .	106
<b>6</b>	<b>Conclusões</b>	<b>107</b>
6.1	Limitações na Pesquisa . . . . .	107
6.2	Trabalhos Futuros . . . . .	108
6.3	Considerações Finais . . . . .	109
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>111</b>

# Lista de Figuras

1.1	Esquematização da hipótese da pesquisa . . . . .	5
2.1	Composição de Componentes . . . . .	16
2.2	Interfaces Especificadas [MAR 97a] . . . . .	17
2.3	Composição com outras partes [NIE 95] . . . . .	19
2.4	Objetos versus Componentes [MAR 97a] . . . . .	20
2.5	Extensibilidade de um Componente [NIE 95] . . . . .	24
3.1	Componente Educacional do E-Slate [ESL 04] . . . . .	39
3.2	Plugs conectáveis [KOU 98b] . . . . .	39
3.3	Modelo de Plugs do E-Slate [KOU 98b] . . . . .	40
3.4	Editor de Plugs do E-Slate [ESL 04] . . . . .	41
3.5	Definição do comportamento do micromundo pela linguagem Logo . . . .	42
3.6	Aplicação desenvolvida sobre o E-Slate [ESL 04] . . . . .	42
3.7	Exemplo de Componente do ESCOT . . . . .	43
3.8	Aplicação do Componente SimCalc . . . . .	43
3.9	Atividade Matemática do ESCOT conectada a uma simulação AgentSheets	44
4.1	Estímulo e Resposta . . . . .	49
4.2	Relação Mediada [ENG 00][ENG 99] . . . . .	49
4.3	Triângulo atual da TA [ENG 00][ENG 99] . . . . .	50
4.4	Níveis de uma atividade [KUU 96] . . . . .	55
4.5	Relações estabelecidas com a Comunidade . . . . .	56
4.6	Relação sujeito-ambiente em diferentes abordagens . . . . .	59

4.7	Relação que envolve o elemento mediador Divisão de Trabalho . . . . .	63
4.8	Relação do Elemento Mediador Ferramenta . . . . .	64
4.9	Relações que envolvem o objeto . . . . .	67
4.10	Relação que envolve o elemento mediador Regras . . . . .	70
4.11	Relações estabelecidas pelo Sujeito . . . . .	72
4.12	Dinosaur Canyon [BEL 96] . . . . .	75
4.13	Media Fusion [BEL 96] . . . . .	77
4.14	Marine Virtual Explorer [MAL 02] . . . . .	78
4.15	Os três níveis do DARE [BOU 00], [BOU 01] . . . . .	79
4.16	Nível Base do DARE [BOU 00] . . . . .	80
4.17	Uma applet atividade do DARE [BOU 00] . . . . .	81
4.18	Ambiente Lemmings . . . . .	83
4.19	Ferramentas disponíveis no ambiente Lemmings . . . . .	84
4.20	Representação da Programação em Par . . . . .	85
4.21	Jogo Counter Strike . . . . .	86
5.1	Relação entre Componentes Mediados e Mediadores [ENG 00] . . . . .	92
5.2	Relação Mediada por Regras . . . . .	93
5.3	Relação Mediada pela Ferramenta . . . . .	96
5.4	Relação Mediada pela Divisão de Trabalho . . . . .	98

# Lista de Tabelas

2.1	Comparação de Modelos de Desenvolvimento de Software . . . . .	21
4.1	Níveis de uma atividade . . . . .	54
5.1	Componentes Educacionais e seus respectivos níveis . . . . .	104

# Resumo

A presente dissertação faz um estudo prospectivo de como o conceito de Componente Educacional, contextualizado a partir da Teoria da Atividade e da Engenharia de Software, pode ser usado como uma das alternativas para melhorar a qualidade de softwares educacionais.

Neste estudo foram modelados alguns Componentes Educacionais baseados nos elementos da Teoria da Atividade e nos níveis de uma atividade. Contudo almeja-se que os respectivos componentes apresentem as características da Teoria da Atividade em sua implementação.

Por meio da pesquisa, foi possível chegar a um modelo teórico de desenvolvimento de Componentes Educacionais, que pode ser usado como referencial para a sua construção. Deste modo pretende-se que esteja garantido o valor pedagógico de tais artefatos, quando aplicados ao desenvolvimento de software educacional.

# Abstract

The present master thesis does a prospective study of how the concept of Educational Component, contextualized through the Activity Theory and the Software Engineering, can be used as one of the alternatives to improve the educational software's quality.

In this study had been modeled some Educational Components based in the Activity Theory elements and in the levels of an activity. However, it is aimed that the respective components present the characteristics of the Activity Theory in their implementation.

Through the research, it was possible to reach a theoretical model of the Educational Components development which can be used as a referential to its construction. Hence, it is intended to guarantee the pedagogical value of these devices when they are applied to the educational software development.

# Capítulo 1

## Introdução

*“Escrever é fácil, você começa com uma letra maiúscula e termina com um ponto final. No meio, você coloca as idéias” - Pablo Neruda”.*

O final do século XX e início do século XXI são marcados por mudanças significativas nas práticas humanas, principalmente nas maneiras de produzir sua existência. Estas mudanças são frutos da implantação dos modelos de produção conhecidos como Taylorismo no século XIX e o Fordismo no século XX.

Segundo Valente, os meios de produção e de serviços passam por profundas mudanças, caracterizadas por uma mudança de paradigma, ou seja, do modelo de produção em massa <sup>1</sup> para o modelo de produção enxuta. Esta transição demarca a passagem para a sociedade do conhecimento, na qual fatores tradicionais de produção como a matéria prima, o trabalho e o capital terão um papel secundário [VAL 99].

Partindo desta constatação, Valente define como será o perfil do novo profissional da sociedade do conhecimento “ *um indivíduo crítico, criativo, com capacidade de pensar, de aprender a aprender, de trabalhar em grupo, de utilizar os meios automáticos de produção e disseminação da informação e de conhecer o seu potencial cognitivo, afetivo e social*” [VAL 99]. O conhecimento portanto, passa a ser considerado como “um bem”, com valor comparável a força de trabalho, no modelo fordista/taylorista.

A Educação, neste contexto, não pode estar indiferente às mudanças

---

<sup>1</sup>chamado também de modelo tecnicista ou taylorista.

que ocorrem na sociedade. Para Valente “*sendo a educação um serviço, como tal, sofre e se adequa as concepções paradigmáticas que vive a sociedade. Portanto, ela passa pelas mesmas transformações que outros segmentos da sociedade*” [VAL 99].

Neste cenário, as tecnologias, derivadas da área computacional, possuem potencial para ampliar as formas de comunicação, potencializar a força produtiva dos homens, modificar profundamente a produção, distribuição e assimilação do conhecimento.

Segundo Vieira, a relação com o saber, a produção do conhecimento e as novas tecnologias estão redimensionando profundamente os objetivos da educação [VIE 99]. Não se deveria, no contexto de ensino-aprendizagem, manter tradicionais modelos educacionais utilizados antes do advento do computador.

Para Valente, o computador deve ser inserido no contexto educacional a fim de somar esforços, não para que seja implementada a velha forma de ensinar baseada na instrução, apenas maquiando um contexto tradicional e ineficiente [VAL 99].

A introdução da Informática na Educação tem provocado o questionamento dos métodos e práticas educacionais uma vez que o computador deve ser utilizado como um catalisador de uma mudança do paradigma educacional [VIE 99].

Para Lucena “*pensar em computadores na Educação, não significa pensar somente na máquina mas, principalmente, em novos processos e estratégias educacionais*” [LUC 97].

Educação e Informática devem ser pensadas como um todo, visando os benefícios da sociedade atual que se informatiza velozmente a cada dia que passa. A tecnologia da computação, por sua natureza, não é nem emancipatória nem opressiva. Ela está incorporada nos contextos econômico e social que determinam suas aplicações. Estes contextos é que devem ser cuidadosamente estudados para assegurar que as aplicações de computadores preservem e desenvolvam valores humanos em lugar de deteriorá-los. A escolha social é que define a direção da mudança tecnológica [LUC 97]. Segundo Rodrigues, para falar em educação hoje e projetá-la para o presente e futuro não se pode desconsiderar o momento histórico de sua produção [ROD 99].

“*O pensar é portanto o grande diferencial entre as pessoas e as soci-*



*idades. Por isso, o principal papel da educação nesse processo é o de fazer os alunos pensarem” [LUC 03].*

A presença cada vez maior da Informática na Educação tem aumentado a demanda por softwares educacionais. Novos desafios e problemas surgem a medida que estes softwares passam a ser produtos e não mais ferramentas para investigações acadêmicas.

O desenvolvimento de software educacional padece de diversos problemas. Tais problemas de natureza tecnológica e pedagógica, dificultam sua disseminação na área educacional.

Os problemas tecnológicos têm origem no próprio processo de desenvolvimento de software e estão relacionados a questões como custo, prazo de entrega, customização e qualidade do produto final. Produzir software educacional tem um custo alto, se tornam obsoletos muito rapidamente e não permitem flexibilidade de conteúdos na maioria das vezes.

Como segundo problema apontado tem-se a implicação pedagógica do produto desenvolvido para auxiliar no processo de ensino aprendizagem. Para desenvolver um software educacional é preciso entender como as pessoas aprendem, que meios utilizam para elaborar a informação e transformá-la em conhecimento.

Partindo deste pressuposto torna-se necessária a adoção de uma teoria que ampare o desenvolvimento destes softwares no que diz respeito as características pedagógicas. Cada teoria representa uma visão específica de mundo e de relacionamento humano com o conhecimento. Sua adoção implica significativamente em todo o processo de ensino, bem como no perfil de usuário que o utiliza.

Os desafios são, portanto, tanto de natureza tecnológica como de natureza pedagógica. A questão central, objeto de investigação desta dissertação, é como integrar os dois tipos de desafios de forma que um não sobreponha o outro.

A investigação, de caráter teórico, relatada na presente dissertação examina o potencial da tecnologia de *Componentes de Software* e da *Teoria da Atividade* para enfrentar os desafios acima mencionados. Componentes de Software são blocos de código que podem ser reusados, o que tende a diminuir o custo e o tempo de desenvolvimento

das aplicações. No entanto, isto não é suficiente para garantir a qualidade e especificidade dos softwares educacionais. A Teoria da Atividade é uma teoria psicológica que procura explicar como os humanos aprendem ou seja, como constróem seu conhecimento.

Nos campos da Psicologia e da Educação muitas são as teorias que pretendem explicar a capacidade de aprendizagem humana. Contudo a Educação está longe de ser paradigmática, ou seja, não há aspectos certos e estabelecidos a respeito de como ensinar e aprender. O melhor que pode ser feito, no contexto da Informática na Educação, é haver coerência entre o que preconiza a teoria adotada e o software construído.

Nesta dissertação adota-se a teoria psicológica denominada Teoria da Atividade [ENG 00], abstraindo características pedagógicas presentes em seus conceitos, ou seja, realizando uma leitura pedagógica da teoria de origem psicológica. Ela é utilizada como referencial didático-pedagógico na modelagem conceitual dos Componentes Educacionais.

Na Teoria da Atividade, o conceito de mediação é fundamental. Este conceito, em se tratando de uso do computador, é bastante oportuno, pois o computador é interpretado como ferramenta mediadora entre a relação aluno-conhecimento. Segundo Rachel Bellamy, o processo de mediação provê as bases para uma discussão sugerindo que a tecnologia pode conduzir a uma reforma educacional [BEL 96].

O argumento para fazer uso da Teoria da Atividade, no desenvolvimento de Componentes de Software, deriva do fato de que estes são considerados artefatos de software. A relação dos humanos com o mundo não é direta, mas mediada por artefatos que consistem de ferramentas auxiliares da atividade humana [OLI 93]. No caso da dissertação, os componentes são artefatos utilizados como ferramentas que mediam o processo de ensino-aprendizagem, em uma interação com um software educacional.

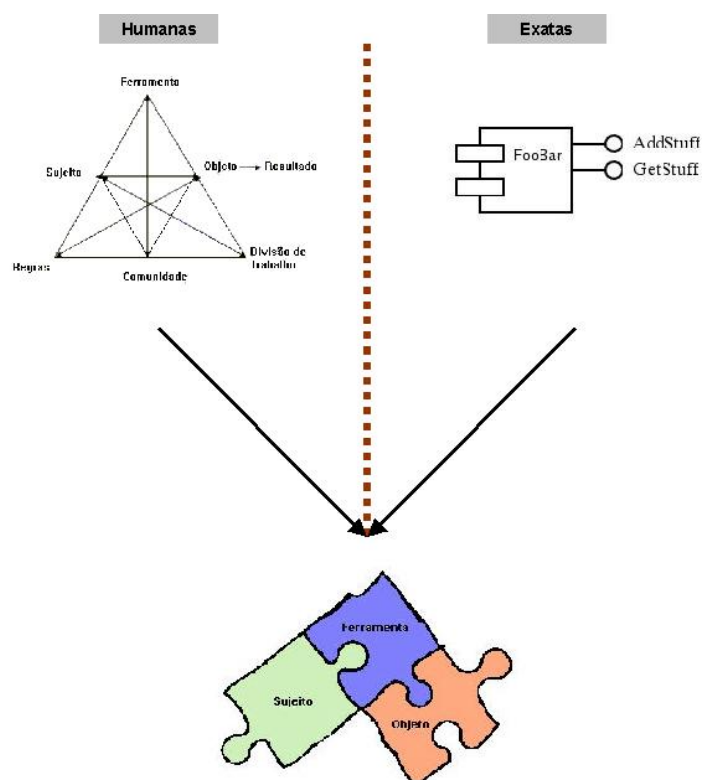
## **1.1 Objetivo**

A pesquisa em questão tem por objetivo verificar se unindo aspectos tecnológicos da Engenharia de Software à aspectos psicológicos da Teoria da Atividade, é possível desenvolver um novo conceito chamado Componente Educacional que agregue

benefícios oriundos destas duas diferentes áreas.

## 1.2 Hipótese

A hipótese da pesquisa pode ser vista esquematizada na Figura 1.1, onde é possível observar que a pesquisa em questão reúne soluções fruto de áreas de conhecimento distintas, ou seja, uma de origem nas ciências humanas representada pela Teoria da Atividade e outra de origem nas ciências exatas, representada no conceito de Componentes de Software.



**Figura 1.1:** Esquematização da hipótese da pesquisa

A produção de softwares educacionais coerentes com a perspectiva da Teoria da Atividade, sobre o ponto de vista de aprendizagem e com a qualidade preconizada pela Engenharia de Software requer o uso de Componentes Educacionais que agrega

benefícios inerentes de cada uma das áreas envolvidas em seu desenvolvimento.

### 1.3 Justificativas

A maneira que os humanos vivem e se relacionam está intimamente ligada a forma que produzem sua existência dentro de um contexto sócio-histórico-cultural.

José Armando Valente faz uma análise comparativa dos meios de produção, e como estes influenciam significativamente outros segmentos da sociedade, inclusive e principalmente a Educação. Para ele, esta apresenta suas práticas atreladas ao modo social vigente. Sendo a educação um serviço, como tal, sofre e se adequa as concepções paradigmáticas que vive a sociedade. Portanto, ela passa pelas mesmas transformações que outros segmentos da sociedade [VAL 99]. Os problemas que se encontram latentes na educação, frutos desta relação, também são herdados pela Informática aplicada à Educação. Demonstra-se assim, que a finalidade e forma da operação da Informática na Educação é consequência do modo de produção da sociedade.

Entre os modos de produção podemos destacar Taylorismo/Fordismo e atualmente Toyotismo. Estes são modelos de produção utilizados na indústria que tem suas características sentidas em outros segmentos da sociedade.

Segundo Aranha, a principal consequência da implantação do Taylorismo foi a separação do setor de planejamento e de execução de trabalho [ARA 96], havendo o aumento do distanciamento entre os trabalhadores que exercem atividades manuais e as intelectuais.

Na educação, a fragmentação de tarefas pode ser identificada nos diferentes papéis de aluno e professor e na elaboração do currículo. Nas palavras de Valente pode se entender melhor esta fragmentação:

*“conteúdos complexos são fragmentados, categorizados, hierarquizados e devem ser ministrados em uma ordem crescente de complexidade, dentro de um período predeterminado. Ao professor cabe cumprir normas e ter certeza de que o conteúdo está sendo passado aos alunos de maneira pre-*

*cisa, objetiva e equânime. Ao aluno, espera-se que seja capaz de assimilar a informação molecular, integrá-la, transformá-la em conhecimento passível de ser aplicado na resolução de problemas do mundo real” [VAL 99].*

Observando a adoção deste modelo pela educação, é possível notar que existe demasiado desperdício do capital intelectual que existe em potência em indivíduos a quem é considerada apenas a força de trabalho e não sua capacidade intelectual-produtiva.

Para Aranha, neste período a tendência tecnicista busca no comportamentalismo (*behaviorismo*) os procedimentos experimentais necessários para a aplicação do condicionamento e o controle do comportamento [ARA 96].

A Informática na Educação tendo sua implantação no período de domínio deste modelo, não diferentemente da área educacional, sofre a influência do comportamentalismo <sup>2</sup> que se vê refletida nas primeiras iniciativas de ambientes educacionais computadorizados.

No início dos anos 60, diversos software de instrução programada foram implementados no computador, concretizando a máquina de ensinar idealizada pelo comportamentalista Skinner. Nascia a Instrução Auxiliada por Computador <sup>3</sup> [VAL 99], os chamados “viradores de páginas virtual”. Estes reproduziam (e reproduzem) fielmente a esteira da linha de produção. Transpunham todo o método tradicional utilizado em sala de aula para um artefato computacional, ou seja, o controle é realizado por parte do sistema, os textos são digitalizados, disponibilização de um montante de informações em curto espaço de tempo, descontextualização e fragmentação das informações.

O modo de produção enxuta (toyotista) surge aproximadamente na década de setenta, na tentativa de evitar desperdícios que ocorrem com frequência na produção em massa. José Valente descreve qual deve ser o perfil do sujeito que vive e trabalha no novo paradigma de produção que emerge

*“a mão de obra , agora deve ser melhor qualificada, com habilidades e responsabilidades para poder tomar decisões e buscar soluções para problemas*

---

<sup>2</sup>Teoria Pedagógica, desenvolvida por Skinner, baseada no estímulo e resposta.

<sup>3</sup>Computer Aided Instruction.

*que ocorrem durante o processo de produção” [VAL 99].*

No plano educacional, como não poderia ser diferente, o perfil de aluno não se diferencia do perfil de operário exigido pelo modelo vigente e nas palavras de Valente podem ser visualizadas estas exigências.

*“Na educação enxuta o aluno deve ser crítico, saber utilizar a constante reflexão e depuração para atingir níveis cada vez mais sofisticados de ações e idéias e ser capaz de trabalhar em equipe. O conteúdo não pode mais ser fragmentado ou descontextualizado da realidade ou do problema que está sendo vivenciado ou resolvido pelo aluno, é necessário o aluno compreender o que faz e não ser um mero executor de tarefas que são propostas. O papel do professor deixará de ser o de entregador da informação para ser o facilitador, supervisor, consultor do aluno no processo de resolver o seu problema” [VAL 99].*

Este novo perfil de sujeito deve se moldar para se adequar a nova sociedade que surge, a chamada **sociedade da informação** também citada como sociedade do conhecimento, que denota a presença cada vez mais acentuada das novas tecnologias nas relações humanas.

No momento atual, as sociedades mais avançadas do ponto de vista tecnológico passam por uma nova fase de transição, a passagem para uma sociedade onde o “bem de valor” passou a ser o conhecimento, ou seja, as máquinas já substituem a força de trabalho braçal, o valor de um profissional passa a ser medido pela sua capacidade intelectual.

*“o padrão de educação que caracteriza a sociedade da informação e do conhecimento provavelmente será calcado na aprendizagem mediada pela tecnologia” [HAM 03].*

Complementando, na escola da sociedade do conhecimento, a educação deverá ser calcada na Aprendizagem Mediada pela Tecnologia, sendo tipicamente matetocêntrico ou seja, centrado no aluno, em suas necessidades, em seus interesses, em seu

estilo e ritmo de aprendizagem. Quem quiser participar deste processo terá que disponibilizar, não cursos convencionados ministrados à distância, mas, sim, ambientes ricos em possibilidades de aprendizagem [CHA 99].

A tecnologia tem o ferramental necessário para auxiliar neste processo e a Web possui aspectos significativos que podem potencializar a educação do novo modelo paradigmático de sociedade.

Para Valente, o fato do aluno usar o computador para realizar tarefas (bem apresentadas, coloridas, animadas), não indica que ele tenha compreendido o que realizou [VAL 99]. Então, sejam estas tarefas realizadas ou não com o auxílio do computador, o que deve ser considerada é a capacidade humana de produzir conhecimento. Isto implica em que, este conhecimento é algo interno ao sujeito, ao ponto que não pode ser modelado computacionalmente, ou seja, produzido em máquinas. O conhecimento é fruto da elaboração interna, por cada indivíduo, através da elaboração de percepções externas e não algo elaborado externamente por artefatos computacionais. Estes por sua vez são apenas meios para se adquirir conhecimento.

O computador nesta nova sociedade, deve ser usado como um meio e não como fim, pois é sabido que as tecnologias em geral, não somente o computador, são coadjuvantes do processo educacional. É por intermédio delas que se pode potencializar as interações educacionais e proporcionar situações de aprendizagem que auxiliem na construção do conhecimento por parte do sujeito.

No plano social, toda mudança tem que levar em consideração o momento atual e as influências que globalmente estão acontecendo. Atualmente está se passando por um período de transição para a sociedade do conhecimento, na qual, fruto destas mudanças, os humanos também se modificam, ou seja, forma-se um novo perfil de indivíduo. Também neste plano, há de se considerar que o pensamento de Vygotsky está crescendo consideravelmente entre os educadores, portanto, torna-se necessária a investigação de como seu pensamento pode influenciar a área de Software Educacional.

No plano operacional, é preciso fazer uma diferenciação entre a manufatura de software educacional experimental (protótipo), para comprovar se uma idéia é válida e a produção de software educacional em larga escala. Em Engenharia de Software,

o desenvolvimento de software está associado à idéia de que um bom produto de software é aquele que promove aumento de produtividade. De outro lado, no contexto educacional, as expectativas são diferentes <sup>4</sup> pois um bom produto de software é aquele que é capaz de mediar o processo de ensino-aprendizagem.

Neste ponto, é possível visualizar a união dos aspectos operacional e social, de modo que, no plano operacional, se almeja construir softwares que auxiliem o processo de aprendizagem. No plano social, exige-se adequação as transformações que estão acontecendo. Então, o desenvolvimento de software educacional deve estar em consonância com estes dois aspectos, de modo que, os produtos de software desenvolvidos sejam compatíveis com a formação almejada aos indivíduos que compõem uma comunidade, dentro de um contexto histórico-social de mudanças e que realmente sejam significativos sob o ponto de vista educacional.

No contexto desta dissertação, a Teoria da Atividade, descrita no capítulo 4, apresenta-se como uma linha contemporânea, apropriada para aplicação na construção de softwares educacionais compatíveis com o novo modelo de sociedade que surge.

## **1.4 Organização deste Documento**

A presente dissertação está disposta em seis capítulos, que procuram promover a compreensão de seu escopo e o porquê das relações multidisciplinares.

No Capítulo 2, é tratado o conceito de Componente de Software, um paradigma emergente que tem trazido perspectivas de benefícios para o desenvolvimento de softwares. Neste Capítulo faz-se uma breve introdução ao conceito como origem, definição, formato, benefícios, limitações e modelos de desenvolvimento de componentes.

O Capítulo 3 compreende a pesquisa em torno de Componentes Educacionais. Neste é possível encontrar a definição do termo, bem como outros que são considerados seus sinônimos. Também as limitações e benefícios de utilizá-los em Educação. Seguido de uma seção que conta com alguns projetos que desenvolvem Componentes

---

<sup>4</sup>desde que não esteja dentro da perspectiva comportamentalista/tecnicista.



Educacionais para serem re-usados em aplicações educacionais.

O objetivo do Capítulo 4, é tratar da Teoria da Atividade (TA), uma teoria psicológica baseada na psicologia sócio-histórica. Esta é considerada a base para compreender a aprendizagem humana, através da descoberta e observação de como os humanos se desenvolvem, através do uso e criação de ferramentas dentro de sua cultura. Este capítulo é composto de algumas seções que tratam do panorama geral da respectiva teoria, dentro do que foi encontrado nas bibliografias disponíveis, uma descrição mais abrangente de cada elemento que a compõe e apresenta uma seção que relaciona a TA aplicada à Tecnologia Educacional, seguida de uma análise subjetiva de como ela está presente em algumas práticas, mesmo sem que seus desenvolvedores tenham tido a intenção de utilizá-la.

Para finalizar o escopo da pesquisa, no Capítulo 5, se tem um estudo prospectivo de como o conceito de Componente Educacional, contextualizado a partir da Teoria da Atividade e da Engenharia de Software, pode ser aplicado como um das alternativas para melhorar a qualidade de softwares educacionais.

# Capítulo 2

## Componentes de Software

### 2.1 Introdução

A existência de uma crise de software foi reconhecida já em 1968 <sup>1</sup> e neste momento surge a Engenharia de Software como genuína disciplina de engenharia, em busca por soluções para redução de problemas presentes no desenvolvimento de software.

Em 1972 Edsger Dijkstra dizia que a causa principal da crise de software seria a capacidade computacional do hardware ter assumido magnitude muito maior que a alcançada pelo desenvolvimento de software [DIJ 72]. Brad Cox faz uma analogia entre a produção de bens de consumo e o desenvolvimento do software, explicando que antes da revolução industrial, havia uma abordagem não especializada de bens industriais que envolviam pouquíssimo intercâmbio entre desenvolvedores e o máximo de habilidade manuais. De modo que para Cox, a crise somente será vencida se desenvolvedores de software deixarem de executar a construção de software nos moldes pré-industriais, ou seja, não construir aplicações de baixo pra cima, iniciando o desenvolvimento do zero [GIB 94]. A possibilidade de estreitar a desproporção do poder computacional entre hardware e software é o que buscam pesquisadores em diferenciadas iniciativas no decorrer

---

<sup>1</sup>A noção de crise de software emergiu no final dos anos 60. O uso do termo foi primeiramente citado por Edsger Dijkstra no artigo “The Humble Programmer” [DIJ 72] [THE 04].

de mais de trinta anos da existência da Engenharia de Software.

Na trajetória da área de Engenharia de Software até o momento atual diversas iniciativas surgiram como maneiras de solucionar, senão amenizar os problemas latentes que deram origem a crise de software, entre as quais se pode destacar a antecipada visão de componentes em 1969 por Doug McIlroy, o paradigma baseado em módulos de DeRemer em 1976, a linguagem orientada à objetos entre as décadas de 80 e 90 [dS 00a].

No momento atual a promessa de mudança de abordagem são os *Componentes de Software*, que permitem o desenvolvimento de software por composição “plug in play”, onde cada componente é visto como uma unidade independente que, quando conectada às restantes forma um sistema funcional. A mudança de paradigma no desenvolvimento de software do modelo convencional para o baseado em Componente de Software, passa da implementação de código “do zero” (*scratch*) para o desenvolvimento de aplicações a partir da seleção, adaptação e composição de componentes.

Atualmente não se pode deixar de considerar que o surgimento de novas arquiteturas (baseadas na Web), novas aplicações (groupware, multimídia, e-commerce) e novos usuários (técnicos e não técnicos) exige o surgimento de novas tecnologias de desenvolvimento como Componentes de Software [AOY 98].

Segundo Brooks, “*componentes de software é uma troca de paradigma promissora e poderia responder a crise de software atacando a essência conceitual das dificuldades inerente à natureza do software*” apud in [MUR 97].

Há aproximadamente uma década atrás Gibbs dizia que

*“talvez o mais importante é que muitas pessoas na indústria estão voltando sua atenção em direção a estudos tecnológicos e estruturas de mercado necessárias para dar suporte a partes de software substituíveis e reutilizáveis”*  
[GIB 94].

As tecnologias que estão emergindo, como é o caso de componentes de software e da Internet por exemplo, terão um impacto crescente na maneira de produzir e comercializar software. De forma que o desenvolvimento de software saia deste estado

de “agonia crônica”<sup>2</sup> e atinja nível de qualidade desejáveis.

[PRE 95]

## 2.2 Origem

Em 1968, na conferência da OTAN (Organização do Tratado do Atlântico Norte), considerado o berço da Engenharia de Software, Doug McIlroy expôs sua visão sobre como deveria ser a construção de software [KRU 92] [MCI 68].

Neste encontro, McIlroy sugeriu que o desenvolvimento de software deveria ser realizado de forma semelhante ao de hardware. O desenvolvedor poderia escolher em um catálogo os componentes correspondentes a aplicação que desejava construir, e estes componentes teriam especificações de suas características de funcionamento. Posteriormente, o programador de posse de determinados componentes efetuaria a interconexão dos componentes selecionados para que o produto acabado estivesse disponível ao usuário final. Todo o processo de construção de um software envolveria adição de componentes previamente testados, além de eficientes e robustos pelo fato de serem desenvolvidos por especialistas na área de domínio. Estes componentes permitiriam o reuso, que diminuiria o tempo de desenvolvimento e garantiria a qualidade almejada pelo produto final e com custo minimizado.

O alcance da visão de McIlroy pode ser considerado fator preponderante para iniciativas que, ao longo de aproximadamente 30 anos, se empenharem em pesquisas para materialização de suas idéias, chegando atualmente ao conceito de Componentes de Software.

## 2.3 Definição

O conceito que cerca o termo “Componente” não é novo. Como descrito anteriormente (conforme seção 2.2), em 1968, Doug McIlroy já previa que Componentes de Software, produzidos em massa, seriam a solução para a então já conhecida “crise

---

<sup>2</sup>Como diz Pressman em [PRE 95].

de software” [MCI 68]. Desde esta data, várias são as analogias utilizadas para definir Componentes de Software.

Inicialmente componentes de software foram considerados análogos a componentes de hardware (em geral) e circuitos integrados (em particular). Outra popular analogia os compara com componentes de um equipamento *stéreo*. Também são comparados a objetos da área de engenharia como parafusos, engrenagens. Porém, as analogias se estendem a áreas extremas como às dos brinquedos de modo que, são comparados a blocos Lego®. Estas analogias ajudam a vender a idéia de que componentes de software fazem parte do cotidiano há muito tempo e existem áreas onde a tecnologia de componentes já está sendo usada a algum tempo e com considerável sucesso, como por exemplo, ao nível de hardware.

Para Szyperski, todas as analogias levam a crer que o mundo inteiro já está componententizado, ou seja, orientado à componentes, enquanto a tecnologia de software experimenta a descoberta do uso de componentes como a solução para a maioria dos problemas de desenvolvimento [SZY 98].

É possível observar que muitos dos artefatos que humanos utilizam para desenvolver automóveis, eletrodomésticos, equipamentos sonoros entre outros, não são desenvolvidos desde a estaca zero. Porém, fazem uso de peças que já existem, confiáveis, previamente testadas e aplicáveis em determinado domínio para construir um sistema maior.

O processo de desenvolvimento de software tende a ser desenvolvido desta forma, ou seja, através da utilização de componentes de software.

A definição popularmente mais citada sobre Componentes de Software é de Clemens Szyperski e o contexto da dissertação em questão se ampara nesta.

*“Uma unidade de composição, que possui um conjunto de interfaces contratualmente especificadas e dependências de contexto explícitas<sup>3</sup>. Um componente de software pode ser desenvolvido independente e estar sujeito á*

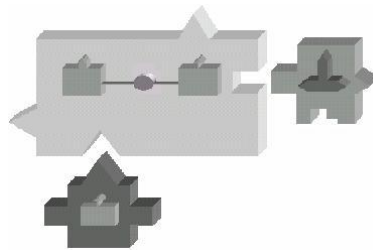
---

<sup>3</sup>Essa definição foi formulada em 1996 na European Conference on Object Oriented Programming (ECOOP) como resultado de um Workshop de Programação Orientada a Componentes (Szyperski e Pfister).

*composição por terceiras partes* <sup>4</sup>[SZY 98] .

Para uma melhor análise da conceituação de Componentes de Software, proposta por Szyperski, cabe um particionamento do conceito a fim uma mais clara compreensão deste.

- **Unidade de composição** - A composição de futuras aplicações pode ser efetuadas por montagem (análoga a blocos Lego®), conforme pode ser vista na Figura 2.1.

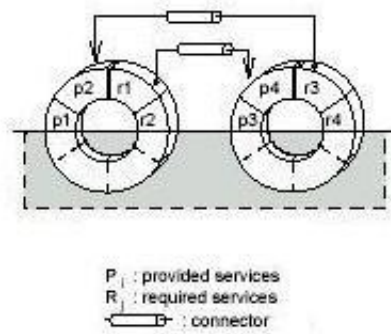


**Figura 2.1:** Composição de Componentes

- **Interfaces contratualmente especificadas** - As interfaces são pontos de acesso ao componente. Estes pontos disponibilizam serviços ou requerem algum tipo de serviço de modo a permitir a conexão entre diferentes componentes, conforme Figura 2.2. Normalmente, um componente pode ter várias interfaces correspondendo à diferentes pontos de acesso. Cada ponto de acesso pode fornecer um serviço diferente, de modo a suprir determinadas necessidades de diferentes clientes [SZY 98].
- **Dependências de contexto explícitas** - Os componentes, além de especificarem as interfaces providas, ou seja, os serviços que disponibiliza, a definição de componente também requer que os componentes especifiquem suas necessidades, ou seja, serviços que requerem. Em outras palavras, a definição requer especificação do que o ambiente de desenvolvimento necessita prover, para que o componente execute

---

<sup>4</sup>No livro de Szyperski, *Component Software - Beyond Object Oriented Programming*, essa definição foi complementada em 1998 [SZY 98]”.



**Figura 2.2:** Interfaces Especificadas [MAR 97a]

a funcionalidade desejada. Também especifica o tipo de plataforma e tecnologia empregada, por exemplo JavaBeans.

Os componentes de software disponibilizam seus serviços baseando-se em especificações. Um modelo de componente é uma especificação de como desenvolver componentes de software re-usáveis e como estes componentes podem se comunicar com outros [HUG 97].

- **Pode ser implantado independentemente e é sujeito à composição por terceiros**

Um componente pode ser modelado de modo a funcionar de modo isolado, ou seja, ele pode ser tão funcional ao ponto de não necessitar ser conectado à outro. Porém, pode ser plugado à outros de modo a formar um sistema maior.

Definido o conceito de Componentes de Software, na próxima seção será tratada a anatomia de componentes, ou seja, a definição de “o que” forma um componente, de modo à promover a compreensão a cerca deste termo, por meio da análise de sua estrutura.

## 2.4 Anatomia de Componentes

Um componente de software é composto de três partes essenciais sendo interface, implementação, e desenvolvimento [CRN 02].

- Interface<sup>5</sup> - Para Kruscthen, uma interface é uma coleção de operações que são usadas para especificar um serviço de um componente e definem pontos de acesso à estes apud in [KIZ 00]. A interface apresenta as funcionalidades de um componente, ou seja, uma interface “diz” ao usuário de um componente o que este faz. Tipicamente os componentes de software implementam uma ou mais interfaces, e por intermédio destas disponibilizam suas funcionalidades à outros. Conforme pôde ser visto na seção 2.3 as interfaces de um componente são representadas na Figura 2.2.
- Implementação - A implementação é o código que faz o componente executar. Este pode ser construído com mais de uma implementação, por exemplo, um componente pode possuir uma implementação que conte com um banco de dados relacional e outra que use um banco de dados OO.
- Desenvolvimento - O desenvolvimento de um componente é um arquivo físico executável utilizado para fazer o componente executar.

## 2.5 Classes, Objetos e Componentes

As noções de instanciação, identidade e encapsulamento conduzem a noção de objetos [KIZ 00]. Em decorrência, os conceitos de objetos e componentes são permutáveis, havendo muita confusão com relação às diferenças e/ou semelhanças entre os termos. Para Ian Graham *“há quem diga que componentes são somente um novo modo de apresentar objetos para o mercado”* [GRA 99].

Os componentes de software “escondem” sua implementação através de suas interfaces e por meio do encapsulamento de dados, exatamente como as classes em linguagens orientadas a objetos (LOO). O que torna uma classe um componente é a adaptação desta a uma especificação de componente de software [JOH 97], ou seja, uma classe pode se tornar um componente, somente se tiver definições explícitas de suas interfaces [KIZ 00], como detalhado anteriormente nas seções 2.3 e 2.4.

---

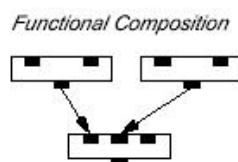
<sup>5</sup>interface é simplesmente um conjunto de métodos.



A especificação Java Beans, por exemplo, é o documento que descreve o que uma classe java deve possuir para ser considerada um *Bean* [JOH 97].

Clemens Szyperski trata a questão da confusão entre os termos componente e objeto explicando que a melhor maneira de entender o significado de cada termo seria apresentando suas propriedades características como persistência, independência e unidade de composição por terceiras partes [SZY 98].

- **Persistência** - Componentes geralmente utilizam persistência, ao contrário de um objeto que tem estado local. O conceito de persistência deve permitir que o usuário faça uso de componentes em um determinado momento e possa salvar seu estado para o uso posterior, partindo do mesmo ponto.
- **Independência** - Um componente é uma unidade de desenvolvimento independente de modo que, desta forma encapsula suas características. Nunca irá ser instanciado parcialmente pois é atômico. Enquanto um componente de software pode ser adquirido, incorporado ou composto por outros componentes de forma independente, um objeto não pode ser considerado sempre uma entidade independente por que não se pode ter controle sobre suas relações [MAR 97a].
- **Unidade de composição com outras partes** - Um componente pode ser usado individualmente como descrito anteriormente e pode ser usado em composição com outros componentes que oferecem outros serviços [SZY 98].

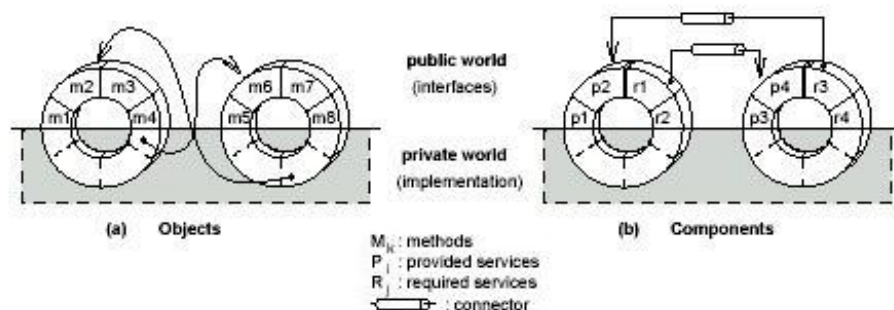


**Figura 2.3:** Composição com outras partes [NIE 95]

Componentes são artefatos, resultado do trabalho de um desenvolvedor e do uso de ferramentas. Enquanto que objetos são instâncias criadas por um sistema em

execução, executando parte do código, que são componentes.

Na figura 2.4 pode ser observada a diferença entre componentes e objetos ao nível de acesso às suas funcionalidades, bem como suas interfaces.



**Figura 2.4:** Objetos versus Componentes [MAR 97a]

Na tabela 2.1 pode ser visto um paralelo entre o desenvolvimento convencional e o CBSE (Engenharia de Software Baseada em Componentes) adaptado de [AOY 98].

Componentes ganham vida através de objetos e assim normalmente contém uma ou mais classes, porém, não necessariamente, um componente pode ser desenvolvido tendo como base a abordagem orientada à objetos, podendo ser formado por procedimentos e variáveis globais, por exemplo. Nesta seção foi possível observar que existe confusão com relação a compreensão do termo componente de software devido às semelhanças com o conceito de objetos, porém pôde ser evidenciado que estes são conceitos diferentes.

## 2.6 Perspectivas de Benefícios

O conceito de componentes trás perspectivas de benefícios ao desenvolvimento de software, para melhor compreender o conceito de componentes é oportuno

	Convencional	CBSE
Manutenção	Difícil para cada cliente	Efetuada pelo fornecedor
Evolução e Integração	Difícil	Novas versões instaladas facilmente
Custo	Custo relativamente elevado	Diluído entre clientes
Otimização	Melhor otimizado	Solução não ótima em todos os casos
Integração	Mais fácil	Ajustado rapidamente para atender o usuário
Arquitetura	Monolítica	Modular
Componentes	White box e Implementação	Interface e Black-Box
Metodologia	Construir do zero	Composição
Organização	Monolítica	Especializada: Fabrico, Comércio e Integração

**Tabela 2.1:** Comparação de Modelos de Desenvolvimento de Software

conhecê-las.

- Desempenho - O ganho de tempo, no desenvolvimento de software que se utilizam de componentes, pode ser garantido à medida que estes promovem a rápida produção de soluções, por meio da composição por partes.

Segundo Neide dos Santos, a produção de software sob medida é muito cara, além disto, se for comparado o tempo requerido para a construção do produto e o prazo dentro do qual ele se torna obsoleto, pode-se descobrir que a sua vida útil é mais curta do que a necessária para compensar seus custos [dS 00b].

- Redução de custos - Como o desenvolvimento de softwares procede por composição através do reuso de componentes pré-fabricados, prontos e acabados. A construção de soluções desta forma, não apenas reutiliza código, como projeto e implementação. Desta maneira surge outro benefício, ou seja, este procedimento resulta em maior produtividade para o projeto.

- **Confiabilidade** - Como o reuso é uma característica inerente ao conceito de componentes, a confiabilidade pode ser garantida pelo fato de reusar componentes previamente testados. Quanto mais um componente for reusado mais sua confiabilidade tende a se confirmar.
- **Adição de novas funcionalidades** - A adição ou troca de um componente pode ser efetuada a qualquer momento, por meio da adição de novos componentes ao software ou com a troca de componentes obsoletos ou defeituosos por versões mais recentes (atualizadas) ou corrigidas. Esta propriedade pode ser garantida, somente se as interfaces permaneçam inalteradas, de modo a não comprometer a integridade do sistema como um todo.
- **Encapsulamento** - O usuário de um componente pode somente acessá-lo via suas interfaces, ou seja, este não tem acesso ao código do componente. A interface é responsável em “dizer” ao usuário qual função o componente exerce, ou seja, que serviços fornece e requer para se conectar a outros. O usuário não tem necessidade de saber detalhes de implementação para fazer uso de um componente, o acesso fica restrito às interfaces [CRN 02]. Por exemplo, se você está usando uma calculadora básica (componente) utiliza as teclas (interface) para realizar os cálculos. No entanto não precisa saber detalhes de como a calculadora foi construída para proceder seus cálculos.

A maior vantagem do encapsulamento está na habilidade de acomodar mudanças no componente sem afetar os usuários de determinada aplicação, desde que as interfaces permaneçam inalteradas. Analogamente se nesta calculadora forem adicionadas funcionalidades de uma calculadora científica, esta modificação não pode prejudicar a manufatura de cálculos que anteriormente podiam ser realizados.

- **Interoperabilidade** <sup>6</sup> - Componentes têm a capacidade de interoperar com outros desenvolvidos em diferentes linguagens de programação, como em plataformas distintas.

---

<sup>6</sup>A habilidade de dois ou mais componentes de hardware ou software de trabalharem em conjunto.

Esta propriedade é proporcionada pelo uso de interfaces especificadas, particular ao conceito de componentes. Estes podem ser escritos em qualquer linguagem de programação, promovendo maior flexibilidade em desenvolver aplicações, evitando com isto o alto custo e o tempo despendido na reescrita de softwares ou porções deles.

A facilidade de combinar diferentes componentes, desenvolvidos em linguagens de programação diferenciadas, é proporcionado pelo uso de interfaces ou componentes *glue*<sup>7</sup>.

- Manutenção - A manutenção de sistemas formados por componentes pode ser realizada através da substituição ou atualização destes, sem interferir na aplicação. Conseqüentemente, a manutenção e a evolução do sistema são facilitadas.

Como os sistemas formados por componentes possuem uma base de código menor, devido o encapsulamento de dados, a manutenção destes conseqüentemente terá menores custos.

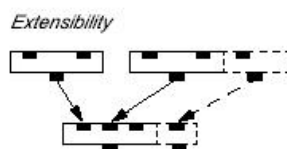
- Reuso - “*A possibilidade de reuso de componentes pré-fabricados e testados é central para tecnologia de componentes*” [WAL 02]. O reuso é um recurso que proporciona o incremento na produtividade/desempenho, na qualidade de software e promove a diminuição dos custos, por reutilizar projeto e implementação. Os componentes proporcionam reuso por serem módulos prontos para serem instalados e executados.
- Qualidade do produto final - A qualidade de sistemas construídos com componentes é fruto da utilização de componentes previamente testados e desenvolvidos com sucesso. Podendo assim reduzir os “bugs” no futuro software desenvolvido com estes [EMM 02].
- Independência - Um componente pode ser um software pronto acabado (raro) ou pode ser usado em conjunto formando um sistema maior. Para um componente

---

<sup>7</sup>Um componente intermediário construído para intermediar a comunicação entre componentes incompatíveis

ser independente significa que o objetivo fundamental desta tecnologia é facilitar reuso de código [LüE 01], [KRU 92]. Um sistema pode ser completamente construído tendo como base somente componentes, os quais podem ser reutilizados ou adquiridos de terceiros (ver seção 2.5).

- **Descrição** - Sendo um componente encapsulado, ou seja, acessado somente via interfaces, deve-se prover algum tipo de informação de modo que o usuário possa compreender determinado componente. Ao nível de *interface* as informações podem ser fornecidas a respeito da descrição do comportamento do componente, por exemplo que serviços este componente fornece. Ao nível de *implementação* as informações podem conter descrição de como o componente foi construído, por exemplo os tipos de dados que utiliza. Em se tratando de informações sobre *desenvolvimento*, descreve-se por exemplo que este componente foi desenvolvido no modelo *JavaBeans*.
- **Substituição** - “O encapsulamento e a descrição de um componente o tornam transparente” [CRN 02]. Os componentes podem ser sempre substituídos, desde que mantenham suas interfaces inalteradas e não prejudiquem a interação do usuário com o sistema. A substituição pode acontecer, por exemplo, no caso de atualização de uma versão adicionada de funcionalidades.
- **Extensível** - O componente pode ser estendido de modo a fornecer maiores funcionalidades aos usuários de duas formas: adicionando interfaces ou delegando responsabilidades. Sempre que um novo serviço for fornecido, há a necessidade de criação de novas interfaces de modo que permaneçam às antigas inalteradas.



**Figura 2.5:** Extensibilidade de um Componente [NIE 95]

Para Gordana Dodig Crnkovic <sup>8</sup>

*“Como o usuário (cliente) não pode ter acesso a implementação do componente a adição de qualquer serviço ao sistema baseado em componentes ocorre de forma diferenciada. Um novo componente pode ser criado para oferecer os novos serviços e este delega responsabilidades para qualquer serviço existente no componente original” [CRN 02].*

Como visto, as perspectivas de benefícios são amplas, quando adotada a metodologia de desenvolvimento de software baseada em componentes, porém algumas limitações são encontradas e conforme Frank Siqueira *“nem todos os problemas de desenvolvimento são resolvidos através do uso de componentes de software” [SIQ 02].*

## 2.7 Limitações

Segundo Siqueira algumas limitações, relacionadas à utilização de componentes, podem ser apontadas quando de sua aplicação no desenvolvimento de softwares [SIQ 02].

- Excesso de generalização pode levar a ineficiência, ou seja, procurar desenvolver um componente que possa ser aplicado ao maior número de aplicações pode levar a construção de componentes que não se apliquem a uma situação de forma completa.
- Interfaces e/ou modelos de componentes podem ser incompatíveis, impedindo a sua composição.
- Mecanismos para interação entre componentes precisam ser padronizados.
- É raro encontrar componentes de fabricantes diferentes que sejam intercambiáveis.
- Nem sempre é possível configurar um componente para atender todas as necessidades do usuário, devido sua granularidade ou generalidade.

---

<sup>8</sup>editora do livro - The Anatomy of a Software Component and its Use in Educational Software.

## 2.8 Modelos de Componentes de Software

O surgimento de componentes de software está sendo muito bem recebido pelos desenvolvedores de software e faz o mercado de desenvolvimento de software expandir consideravelmente. Porém, existem aspectos relacionados à componentes de software que demoram um pouco a evoluir, como é o caso de padrões (*standard*), partes intercambiáveis, a dificuldade de localizá-los (falta de repositórios). Parte destes aspectos já estão emergindo com sucesso como por exemplo os Modelos de Componentes.

Um modelo de componente de software é uma especificação de como desenvolver componentes de software re-usáveis e como estes irão se comunicar com outros componentes [HUG 97]. Os modelos de componentes provém um mecanismo em que engenheiros de software podem desenvolver aplicações por composição, através de interfaces bem definidas em vez de desenvolver ou modificar componentes existentes [EMM 02]. Um modelo de componentes define um conjunto de interfaces e classes que precisam ser usadas de uma determinada forma (especificações), especificando como serão expostas as propriedades, métodos e eventos.

Muitas tecnologias tem emergido em relação aos Modelos de Componentes de Software, entre estas podem-se ressaltar, tecnologias voltadas para Web como o *Java Beans* da Sun Microsystems® e o *ActiveX* da Microsoft® baseado no seu Component Object Model (COM) [EMM 02], [VOS 02], [PAR 01] e para componentes distribuídos tem a disposição Enterprise JavaBeans (EJB), DCOM e o CORBA (Common Object Request Broker Architecture) desenvolvido pela OMG (Object Management Group), um consórcio de mais de 700 empresas.

Todas estas iniciativas tem por objetivo tornar mais fácil a tarefa de unir componentes de diferentes produtores e garantir a interoperabilidade destes, em distintos sistemas operacionais.



## 2.9 Conclusão

A produção de software se encontra em transição entre o modelo de produção artesanal para o produção em massa, se comparada aos moldes da produção de bens de consumo. O software é encomendado pelo cliente, produzido sob medida e com custo alto, devido seu caráter personalizado. Tende a ser realizado partindo do zero (stratch), ou seja, o feitiço de cada parte do código é realizado por um equipe ou apenas por uma pessoa. Este modelo tem demonstrado inadequado, devido à inúmeros problemas discutidos ao longo deste capítulo e tem apontado novas iniciativas para este contexto.

A transição aponta para a produção de software, fragmentando o processo, ou seja, reutilizando porções de código prontas e disponíveis. Por exemplo, se todos os softwares de cadastro têm os botões inserir, remover, alterar e cancelar, porque haver o re-trabalho em construí-los se alguém já os desenvolveu? O reaproveitamento promove produtividade, redução de custos e redução de erros.

Este capítulo teve o objetivo de fornecer um panorama sucinto a cerca do novo paradigma, orientado ao desenvolvimento de aplicações, chamado Componentes de Software, que representa analogamente o modelo de produção em massa.

Como todo surgimento de um novo paradigma trás consigo perspectivas de benefícios, que sobrepõem o modelo vigente, não poderia ser diferente com o conceito de Componentes de Software. Porém, precisa ficar esclarecido que não se trata de uma panacéia, mas que o surgimento deste novo conceito faz parte de um processo de transformação e amadurecimento de técnicas que vem sendo desenvolvidas e aprimoradas ao longo de aproximadamente trinta anos. E que este conceito se apresenta como uma prática promissora que sobrepõe o modelo predominante, em desenvolvimento de software. Este novo paradigma é fruto da capacidade criativa do homem em criar ferramentas para facilitar o seu trabalhos e dos que o cercam.

O interesse em relação à Componentes de Software tem crescido consideravelmente, devido as perspectivas de benefícios, tanto que a aplicação de Componentes de Software tem se estendido para o desenvolvimento de aplicações nos mais variados domínios. Entre estas áreas pode-se destacar no plano educacional.

O alto custo e o tempo despendido para desenvolver softwares educacionais ou atividades pedagógicas são problemas presentes na educação, que não dispõe de recursos financeiros para investir em aplicações *stand alone*, nem de educadores que disponham de tempo para auxiliar no desenvolvimento destas.

Para Ane Spalter, “*o reuso é vital para a Educação*”, pois a elaboração de aplicações pedagógicas pode ser feita por montagem a partir de componentes previamente construídos especialmente para este domínio [SPA 03]. Os componentes aplicados ao plano educacional são nomeados como Componentes Educacionais. Estes serão descritos em detalhes no capítulo a seguir.

## Capítulo 3

# Componentes Educacionais

Há um provérbio chinês que diz o seguinte: *“mostre-me alguma coisa e eu esquecerei; conte-me alguma coisa e eu começarei a me interessar; envolva-me em alguma coisa e eu aprenderei”*.

### 3.1 Introdução

Diante da nova reconfiguração social, proporcionada pela sociedade do conhecimento, é inegável a onipresença e relevância da informação, disponibilizada nos mais variados formatos e propagada aos mais diferenciados locais.

A informação aliada ao potencial de armazenamento e comunicação, proporcionada pelo surgimento das redes de computadores, em especial a Web, promovem um cenário apropriado para auxiliar na reforma educacional, no que diz respeito ao potencial tecnológico.

O plano educacional pode se utilizar dos benefícios proporcionados pela tecnologia, através da construção de ambientes ricos em interatividade que permitam maior investigação, visualização e manipulação do objeto de estudo.

Porém, atualmente o padrão de arquitetura utilizada para o desenvolvimento de software tem sido predominantemente aplicações *“stand alone”*, descritos por Roschelle como sendo aplicações monolíticas, nas quais todas as funcionalidades requeri-

das pelo usuário são fornecidas por um único fabricante e em um único pacote [ROS 99b].

É evidente que estas aplicações não são apropriadas para o contexto educacional, do ponto de vista tecnológico, porque têm custo excessivo, levam muito tempo para serem concluídas, tendem a se tornar obsoletas em curto período de tempo e por não permitirem flexibilidade de conteúdos durante sua vida útil.

Do ponto de vista educacional, segundo Roschelle, estas aplicações tradicionais são freqüentemente projetadas para realizarem apenas uma idéia educacional [ROS 99b].

Para Zaho, a educação freqüentemente envolve uma ampla gama de atividades que requerem suporte para muitas diferentes aplicações de software [ZHA 99]. Não é possível desenvolver um software *stand alone* para cada tópico de um currículo. É necessário desenvolver atividade pontuais, para cobrir porções menores de um conteúdo, em curto espaço de tempo e com maior facilidade. Na opinião de Kristensen, seria agradável se a complexidade destes sistemas pudesse ser quebrada através do reuso de grandes partes de código [KRI 96].

Neste contexto surge o conceito emergente em desenvolvimento de software educacional - **Componentes Educacionais- CE**, abordado ao longo deste capítulo, compreendidas como unidades que encapsulam recursos educacionais, que podem ser reusadas e combinadas para formar um sistema mais abrangente.

## 3.2 Definição

A definição do conceito de componente é fruto de muitas diferentes interpretações, na área computacional, conforme verificado no capítulo 2. Isto se deve ao fato de terem havido discussões sobre as diferenças entre objetos e componentes [SZY 98], [SZY 99], [KIZ 00], diferentes conceituações [SZY 98] e analogias e semelhanças entre componentes e objetos [SZY 98].

Em decorrência, este problema de certa forma se reflete quando adota-se este conceito em tecnologia educacional. No escopo desta pesquisa não foi encontrada uma definição sobre o termo Componente Educacional. Talvez, seja pelo fato de ser uma

pesquisa que está ascendendo e existam poucos grupos desenvolvendo este tipo específico de componente ou porque estes pesquisadores não tenham visto diferenças significativas entre CE e o conceito de componente oriundo da Engenharia de Software, ao ponto de conceituá-lo diferentemente.

Jeremy Roschelle, considerado um dos nomes centrais da pesquisa sobre Componentes Educacionais, não define explicitamente este conceito, mas declara como deve ser este artefato, ou seja, “*componentes educacionais requerem atenção para suas características cognitivas em vez de puramente computacionais*” [ROS 99a].

Analisando a declaração de Roschelle é possível observar que este conceito se difere do termo, apenas computacional, Componente de Software, porque a preocupação de sua aplicação deve agregar uma contribuição ao plano educacional, ou seja, este novo perfil de componente deve agregar características oriundas do termo computacional, bem como seu re-dimensionamento para outro domínio exige a adição de novas características, neste caso voltadas ao plano educacional. Então, no contexto desta dissertação definiu-se o conceito de Componente Educacional como sendo “*A fusão da technicalidade, inerente à componentes de software em geral, e da preocupação pedagógica de sua implementação*”.

A definição de um conceito é de fundamental importância para delimitar o escopo de uma pesquisa. Pensando nisto, neste ponto julgou-se necessária a abertura de um parêntese para demonstrar quantos projetos, pesquisas e terminologias diferentes existem que cercam o conceito de **recursos educacionais reutilizáveis**.

O projeto ARIADNE <sup>1</sup> usa o termo “documento pedagógico”, o MERLOT <sup>2</sup> - (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching) “materiais de aprendizagem”, David Merrill adota “knowledge objects”, já o EOE <sup>3</sup>, só usa o termo LO para designar applets. Albert Ip utiliza o termo “aparato virtual”. Os projetos ESCOT e E-Slate usam o termo “componente educacional” [IP 01].

Diante deste cenário, de tantas conceituações diferentes para artefatos

---

<sup>1</sup><http://ariadne.unil.ch>.

<sup>2</sup><http://www.merlot.org>.

<sup>3</sup><http://www.eoe.org>.

educacionais reusáveis, foram escolhidos dois termos para serem discutidos na próxima seção. O primeiro, Objetos de Aprendizagem (*Learning Objects*), considerado relevante devido ao vulto de pesquisa ao redor de seu conceito e Componentes Educacionais devido ao fato de ser o foco da pesquisa em questão.

### 3.3 Artefatos Reutilizáveis em Educação

Para Anne Spalter, o termo “componente” está sujeito à muitas interpretações, como destacado anteriormente. Na comunidade de Tecnologia Educacional, há referências a este conceito como sendo qualquer tipo de material que pode ser reusado em um esforço educacional [SPA 03].

Visto sob este aspecto, o termo Componente Educacional pode ser considerado sinônimo do termo ainda nebuloso chamado *Objeto de Aprendizagem -OA*, que é também utilizado para identificar qualquer parte de um projeto ou ambiente de aprendizagem.

A principal idéia do OA é quebrar um conteúdo educacional em pequenos pedaços que podem ser re-usados em vários ambientes de aprendizagem, no espírito da programação orientada à objetos [WIL 00]. A palavra “objeto” enfatiza que tal recurso pode ser modular, re-usável bem como capaz de integrar-se com outros objetos [REP 01b].

Note que discussão semelhante ocorre em Engenharia de Software, relacionada às diferenças entre Componentes e Objetos, e esta se reflete no plano educacional entre Componentes Educacionais e Objetos de Aprendizagem.

Isto se deve ao fato de os dois termos adotarem características oriundas da Programação Orientada à Objetos (POO) como reuso, independência, modularidade, granularidade, encapsulamento, integração [LOR 01] e a metáfora do Lego (encaixar peças). Embora Frank Farance ressalte que OA não é um objeto, como definido na POO, quando se trata de OA, para Albert Ip, entende-se que há o conceito de granularidade e reuso encapsulado no seu entendimento [IP 01].

O termo OA foi primeiramente popularizado por Wayne Hodgins em

1994, tendo sua origem no mundo dos sistemas de treinamento [FRI 03]. Isto implica em herança de características significantes destes sistemas. Entre estas Norm Friesen aponta comando e controle, padronização e performance do treinamento [FRI 03], características típicas do comportamentalismo.

Complementando, os OAs e padrões assumem a ideologia e a cultura da indústria militar americana [FRI 03]. Nota-se aqui, como tratado no capítulo 4, o princípio da orientação à objetivo que significa que os artefatos desenvolvidos em determinada cultura carregam traços de quem os produziu. Então as características militares apontadas por Norm Friesen estão presentes nos OAs e nos cursos produzidos com eles.

A definição aceita para o termo Objetos de Aprendizagem foi fornecida em 2001, pelo comitê LTSC (Learning Technology Standards Committee) como sendo “*qualquer entidade digital ou não digital que pode ser usada, reusada ou referenciada durante a aprendizagem amparada pela tecnologia*” [IEE 03].

Para David Merrill, esta definição é considerada precoce, porque pouca coisa pode não ser um OA e complementa que *se qualquer coisa pode ser um OA então nada é um OA* [MER 00] e Norm Friesen concorda dizendo que “*poucas coisas não podem ser OAs*” [FRI 03]. Partindo desta conceituação ele o define como sendo “*qualquer recurso digital com demonstrado valor pedagógico que pode ser usado, reusado ou referenciado para amparar a aprendizagem*”. Albert Ip, também concorda que a definição da LTSC é extremamente ampla e complementa que ela implica que OAs podem ser documentos ou componentes de software [IP 01]. Para Saddik, um LO não é necessariamente um objeto digital, em amplo sentido podem incluir objetivos de aprendizagem, pessoas, organizações ou eventos [eS 01].

Na interpretação de David Wiley, qualquer coisa pode ser referenciada durante a tecnologia aplicada à aprendizagem. De acordo com o LTSC, o conjunto de OA é um conjunto universal de todas as coisas. O que para Wiley não é considerado muito útil. Então ele pede desculpas, em seu artigo, e escreve ironicamente que “*talvez OAs sejam algo para o qual metadados<sup>4</sup> foram criados*” [WIL 00]. Desta forma, ele restringe o escopo o conceito definido pelo LTSC para “*qualquer recurso digital que*

---

<sup>4</sup>metadados são rotulos adicionados aos OAs como forma de facilitar a sua busca e seu reuso.

*pode ser reusado para suportar a aprendizagem*” [WIL 00].

Para Norm Friesen, a chave do conceito de OAs está em que cada recurso tenha claros propósitos pedagógicos, ou seja, alguma classificação educacional [FRI 01]. Frank Farance, na visão de Albert Ip, teve a definição mais expressiva sobre OAs, pois descreveu-os como “*o resultado da associação de assets* <sup>5</sup> *de aprendizagem à LOM* <sup>6</sup> *(metadados)*” [IP 01].

Esta definição parece a mais apropriada para definir OAs por que diferencia significativamente este artefatos de outros. Os conceitos de POO e a intenção educacional aproximam os conceitos de Componentes Educacionais e OAs, porém é possível observar suas diferenças.

O termo OA, para Friesen, justapõem duas palavras que são incongruentes e ultimamente incomensuráveis [FRI 03], ou seja, são duas palavras oriundas de duas áreas que não tem um histórico de aproximação, até por um contexto econômico, a educação está muito distante da tecnológica. Na educação o conceito de aprendizagem é muito amplo e muito específico de cada contexto ou de determinada teoria aplicada.

Sabe-se que são duas áreas que historicamente não costumam interagir entre si, inclusive Albert Ip aponta que os assuntos como reuso, granularidade, propriedades técnicas ou mesmo questões básicas como a conceituação do que seja um OA não são assuntos centrais para a comunidade educacional. Por outro lado, o desenvolvimento de softwares ou elementos reusáveis aplicados à educação tem tido seu potencial explorado quase que exclusivamente no que diz respeito a aspectos tecnológicos e não pedagógicos como também deveriam, ou seja, não há envolvimento entre as diferentes áreas, cada qual tem se envolvido com aspectos respectivos de sua área, embora o desenvolvimento exija multidisciplinaridade.

Para Ip, existe um buraco entre o plano educacional e a comunidade de tecnologia da aprendizagem. Atualmente não há mudanças que conduzam os educadores a trabalhar em ambientes digitais de ensino, devido a ausência de um caráter significativo de ensino-aprendizagem e a preocupação do “tecnologista” fica na maioria das vezes ao

---

<sup>5</sup>recursos de aprendizagem reusáveis

<sup>6</sup>Learning Objects Metadata.



nível de tecnologia mesmo [IP 01].

Diante disto é possível notar que nas pesquisas desenvolvidas ao redor do termo OA, como padrões e especificações que garantem a interoperabilidade, portabilidade e reuso, não há relação com a educação ou qualquer abordagem ou paradigma educacional [FRI 03]. Exceto, atualmente, um modelo de referência para o desenvolvimento de OAs chamado EML (Educational Modelling Language) abre espaço para a adoção de uma teoria pedagógica (construtivista e sócio-interacionista) <sup>7</sup>.

As especificações e padrões utilizados por OAs julgam-se pedagogicamente neutros, ou seja, fica a critério de quem monta o OA ou uma atividade, aplicar teoria pedagógica escolhida. O SCORM é um destes esforços pedagogicamente neutros, desenvolvido pela ADL (Advanced Distributed Learning)<sup>8</sup>.

Para Norm Friesen, há muito significado na palavra neutralidade - o estado de não assistir. Simplesmente colocar especificações e aplicações que são neutras pedagogicamente, falando sinceramente, não podem ser pedagogicamente relevantes [FRI 03]. Pode-se concordar com ele quando declara que OAs não sugerem nenhuma simplicidade, compatibilidade e nem qualquer vantagem óbvias sobre as práticas de ensino existentes [FRI 03]. Para Saddik, o modelo de OA, da IEEE, é caracterizado por acreditar que pedaços independentes de conteúdo educacional podem ser descritos para prover uma experiência educacional [eS 01].

Para Wiley, os OAs devem ser arranjados como a metáfora do Lego, mas precisam de um cimento para segurá-los juntos, que pode ser um tipo de teoria pedagógica [WIL 00]. Ele diz que

*“o movimento de OAs sofre de um delírio, dos quais todos os maiores esforços em tecnologia educacional, na memória recente, tem falhado: um quase que exclusivo foco em tecnologia para a exclusão do virtual do instrucional. Por exemplo LTSC<sup>9</sup>, IMS<sup>10</sup>, ARIADNE<sup>11</sup> tem atarefadamente finalizado anos de*

---

<sup>7</sup> maiores detalhes podem ser encontrados relacionados ao nome Rob Koper e em <http://eml.ou.nl>.

<sup>8</sup> maiores detalhes podem ser encontrados em <http://www.adl.org>.

<sup>9</sup> Learning Training Systems Consortium.

<sup>10</sup> Instructional Management System.

<sup>11</sup> Ariadne Foundation.

*trabalho em metadados, padronizações, mas pelo meu conhecimento nenhum destes grupos tem preocupação com implicações pedagógicas de OA em sala de aula*”. E indaga, onde está a aprendizagem em OAs? [WIL 00].

A composição de unidades de estudo como OAs pode ser realizada pelos próprios professores ou produtores de conteúdos sem a necessidade do domínio de programação, pois dispõem de ferramentas para desenvolver *assets* (textos, animações, vídeos), uní-los e empacotá-los para posteriormente serem hospedados em LMS <sup>12</sup>. Enquanto que CE, requerem que seus desenvolvedores tenham conhecimento de programação.

Os Componentes Educacionais, parecem se voltar para a composição de aplicações educacionais, enquanto que OAs tendem a ser inseridos em ambientes de treinamento, como os típicos LMS.

Um Componente Educacional é composto de interfaces, codificação e aspecto educacional, enquanto que OAs são compostos de um conjunto de *assets* e metadados. É um elemento executável, enquanto Q que um OA é um arquivo.zip (no modelo SCORM).

O modelo de referência para o desenvolvimento de Componentes Educacionais pode ser por exemplo JavaBeans ou COM. Para OAs existem EML e SCORM. Estes modelos servem para padronizar os recursos educacionais para que possam ser utilizados uns associados aos outros, permitindo que sejam interoperáveis.

No capítulo 2, nas seções 2.6 e 2.7, foram tratados os benefícios e as limitações do uso de Componentes de Software no desenvolvimento de aplicações. Estes, conseqüentemente refletem no plano do software educacional, mas também trazem diferenciadas limitações e benefícios sensível ao contexto da tecnologia aplicada à educação.

### 3.4 Limitações de Componentes na Educação

- Projetar componentes re-usáveis e inter-operáveis é consideravelmente mais difícil que projetar aplicações *stand-alone* [KOU 98a] [SPA 03]. Para Roschelle, educa-

---

<sup>12</sup>Learning Management Systems.

dores podem gastar mais tempo desenvolvendo lições matemáticas e menos tempo desenvolvendo programas de software [ROS 99a].

- A decisão sobre a granularidade dos componentes educacionais é crucial e um trabalho difícil, pois é preciso determinar estrategicamente quais funcionalidades serão adicionadas a este componente.

A granularidade ideal deve tender a não ser tão alta ao ponto que o componente se assemelhe, em tamanho, a um software completo. Nem muito fina, o que o tornaria genérico demais, ao ponto de ser aplicado em qualquer domínio. Aspectos estes que se distanciam do conceito de componentes que tem como objetivos maximizar o reuso e desenvolver artefatos compostos de pequenos pedaços de código.

Um componente “Gráfico” seria um bom exemplo de componente com uma granularidade considerada adequada, pois ele pode ser reutilizado  $n$  vezes em diferentes aplicações, ou seja, em uma atividade no domínio da matemática, auxiliando no aprendizado de retas, em geografia demonstrando a densidade demográfica de uma região ao longo de um período, em história demonstrando os períodos evolucionários dos humanos e em física demonstrando a velocidade de um projétil.

- Os componentes para serem reusados, precisam primeiramente ser encontrados. A ausência de repositórios de componentes educacionais é uma das limitações do conceito de componentes. Existem alguns repositórios, porém não há padronização a cerca do tipo de artefato que está disponível nele, ou seja, não há somente CE como JavaBeans, mas OAs, *applets* e documentos texto (pdf, doc) entre outros.

### 3.5 Benefícios de Componentes na Educação

O alto custo e o tempo despendido para desenvolver softwares educacionais ou atividades pedagógicas são problemas presentes na educação, principalmente em países subdesenvolvidos onde se carece de recursos básicos como carteiras, quadros negros e mesmo instalações apropriadas para um contexto educacional frutífero.

Para Ana Spalter, o reuso é vital no plano educacional como forma de amenizar estes problemas [SPA 03], pois uma vez desenvolvido um componente educacional, este pode ser re-aplicado por um educador em diferentes domínios sem exigir o re-trabalho de construí-lo.

A maioria das iniciativas de desenvolvimento de componentes educacionais, devido ao fato de surgirem em meio acadêmico, tem seu trabalho disponibilizado sem custos. O reuso pressupõe redução de custos de desenvolvimento já que não se desenvolverá um componente para cada nova aplicação, pois estes estão disponíveis para serem reusados, ou seja desenvolve-se uma vez e usa-se muitas.

## 3.6 Componentes Educacionais na Prática

A origem do termo Componente Educacional atribui-se aos trabalhos realizados por Jeremy Roschelle [ROS 98],[ROS 99a], [ROS 99c] e Manolis Koutlis [KOU 98a], [KOU 98b] pioneiros no uso, em seus respectivos projetos Escot<sup>13</sup> e E-slate <sup>14</sup>, os únicos projetos a utilizarem esta nomenclatura.

### 3.6.1 E-SLATE

O E-Slate foi um projeto iniciado em 1993, desenvolvido pelo CTI - Computer Technology Institute, da Grécia, coordenado por Manolis Koutlis.

É um ambiente destinado à usuários finais, de modo que permite a criação de softwares educacionais (*micromundos*), que são aplicações construídas por usuários finais e não por programadores, por meio de composição de alto nível. Estes são considerados de alta qualidade, de natureza exploratória, e que entre outras funcionalidades dispõem das vantagens da Internet/Web.

Qualquer idéia, sobre atividades educacionais, pode se tornar em software, por qualquer pessoa que tenha elementares habilidades de autoria Web, em forma

---

<sup>13</sup><http://www.escot.org>.

<sup>14</sup>Disponível para acesso e download em <http://e-slate.cgi.br>.

de páginas Web interativas, isto é, páginas que contém especialmente projetados Componentes Educacionais.

O E-Slate dispõem de um kit de componentes pré-fabricados que podem ser facilmente “*plugados*” uns aos outros em qualquer configuração desejável, de modo que colaboram entre si para alcançar funcionalidades adicionais [KOU 98a], [KOU 98b].

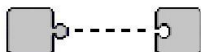
O uso do kit de componentes educacionais permite aos professores a construção de muitos diferenciados cenários de ensino (exatamente como um pequeno número de blocos Lego pode permitir a montagem de diferentes construções) [KOU 98b].



**Figura 3.1:** Componente Educacional do E-Slate [ESL 04]

Os componentes educacionais do E-Slate, conforme Figura 3.1, são entidades visualmente manipuláveis que podem ser selecionadas e arrastadas, elevando o nível de componentes popularmente conhecidos de programação para conexão.

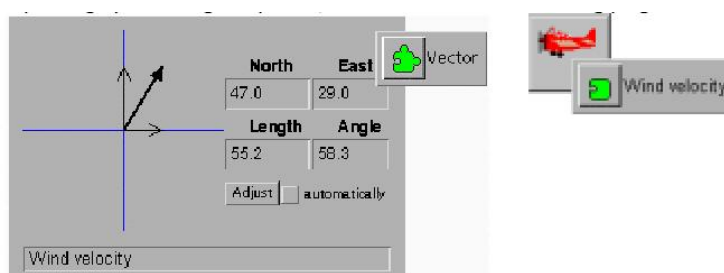
O mecanismo de comunicação é que permite a construção de aplicações educacionais através de associação de uns componentes educacionais à outros. Estes, são conectados via a metáfora do Lego, sendo que cada componente tem um número de plugs, o qual pode ser “linkado” a sockets (cavidade) de outro componente, conforme Figura 3.2.



**Figura 3.2:** Plugs conectáveis [KOU 98b]

Para conectar dois componentes, eles devem ter um plug apropriado, correspondente ao plug de outro componente. O mecanismo de interconexão não permite a conexão de plugs não relacionados que não tenham nenhum significado.

Cada componente educacional possui um número de plugs coloridos (no formato de peças de quebra cabeça) e um rótulo que descreve seu papel (por exemplo vetor, velocidade do vento) [BIR 00], conforme Figura 3.3, podendo ser conectado à outros, por simples operações de apontar e clicar.



**Figura 3.3:** Modelo de Plugs do E-Slate [KOU 98b]

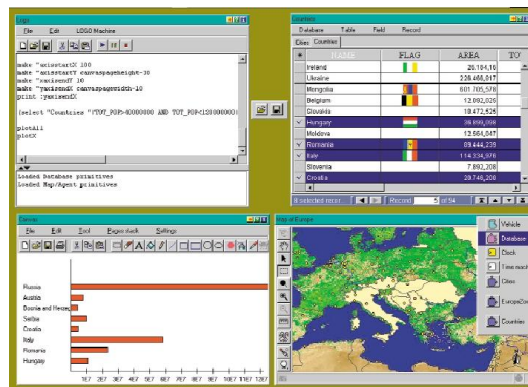
Porém, somente plugs da mesma cor e com formas macho e fêmea podem inter-operar. Através da imagem do *Plug Editor*, na Figura 3.4 podem ser vistos os plugs que facilitam a criação de micromundos através da fácil manipulação de componentes.

O ambiente dispõe também de uma Bancada de Trabalho (Workbench), uma aplicação que facilita ao usuário criar, editar e compilar micromundos. Além disto, o comportamento de componentes e atividades como um todo, podem ser programados através da linguagem simbólica baseada no Logo <sup>15</sup>, conforme pode ser visto na Figura 3.5.

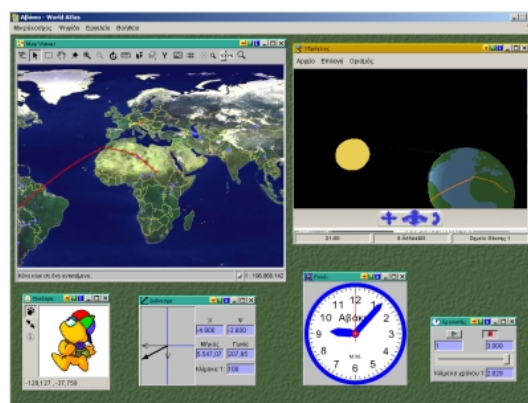
A conexão entre os componentes permite a construção de micromundos, conforme pode ser visto na Figura 3.6. Os vários componentes (disponíveis no kit) interligados possibilitam uma funcionalidade específica a um domínio. No caso do exem-

<sup>15</sup>uma linguagem de alto nível de programação derivada do Lisp, popular entre os educadores a mais de trinta anos.





**Figura 3.5:** Definição do comportamento do micromundo pela linguagem Logo



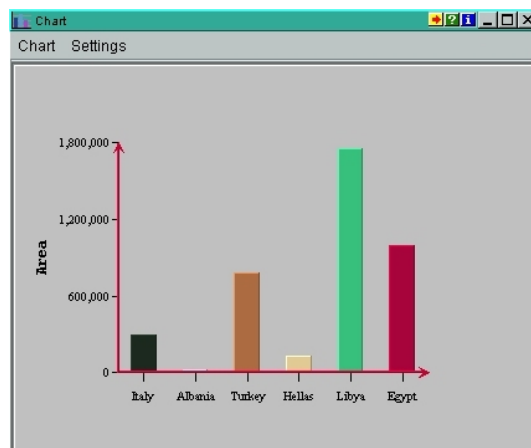
**Figura 3.6:** Aplicação desenvolvida sobre o E-Slate [ESL 04]

cular, através da composição de componentes educacionais pré-fabricados.

Os softwares educacionais desenvolvidos sobre o ESCOT são orientados ao público do ensino médio, no domínio da matemática. Na página do projeto (<http://www.escot.org>), estão disponíveis típicos componentes desta área como gráficos, tabelas, simulações, ferramentas para manipulação geométrica e algébrica, conforme exemplo na Figura 3.7.

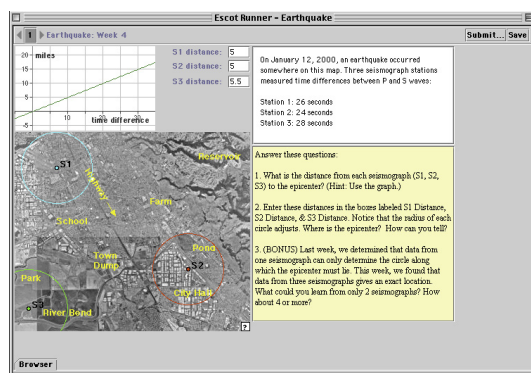
Com o auxílio deste ambiente e de diversos componentes educacionais disponíveis nele, é possível desenvolver softwares que tornam a aprendizagem um processo de exploração de forma construtiva [ESC 04] [ROS 99b]. Um exemplo de ambiente





**Figura 3.7:** Exemplo de Componente do ESCOT

construído por meio da conexão de componentes pode ser visto na Figura 3.8.



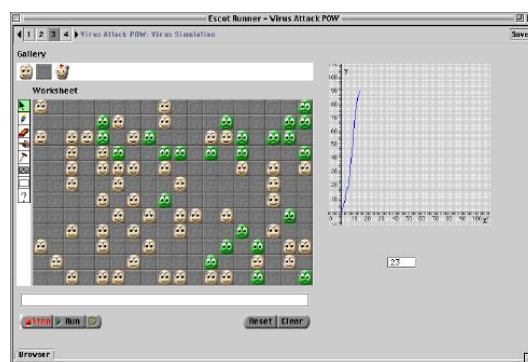
**Figura 3.8:** Aplicação do Componente SimCalc

O ESCOT elevou, semelhantemente ao E-Slate, componentes de software educacionais, do nível de linguagem da programação para o nível curricular pedagógico. De modo que, os próprios professores podem desenvolver suas atividades conectando componentes disponíveis no projeto [ESC 04], [ROS 98], [ROS 99a].

O ESCOT utiliza geradores de componentes: *AgentSheets* e *Geometer Sketchpad*, tornando possível construir componentes educacionais individuais, de forma que autores não-técnicos (em programação) possam combiná-los de forma flexível, en-

quanto compõe novas atividades e lições.

O AgentSheets permite aos autores projetarem simulações multi-agentes rapidamente e o Geometer Sketchpad permite projetar esboços animados [REP 00], [REP 01a]. Estes tem a capacidade de exportar modelos individuais como JavaBeans, criados facilmente por usuários finais.



**Figura 3.9:** Atividade Matemática do ESCOT conectada a uma simulação AgentSheets

Segundo Roschelle o Geometer's Sketchpad tem sido um dos mais amplamente usados e respeitados programas de software no ensino de matemática e ao AgentSheets tem sido atribuído semelhante valor [ROS 99c].

Um exemplo de uma aplicação desenvolvida no ESCOT que importa componentes educacionais (JavaBeans) do AgentSheets pode ser visto na Figura 3.9.

Note que a utilização de um modelo de componente como é o caso do JavaBeans permite a interoperabilidade entre ambientes que desenvolvem atividades, pois o ESCOT pode importar componentes do E-Slate e vice-versa, além de outros recursos como simulações disponíveis no AgentSheet ou animações do Geometer Schetchpad.

Nesta seção foram apresentadas duas pesquisas significativas ao nível de Componentes Educacionais que representam o panorama deste conceito, no desenvolvimento de softwares voltados ao plano educacional. A particularidade que pode ser observada nas duas iniciativas é a orientação em relação ao desenvolvimento de ferramentas que permitem a composição de atividades educacionais por parte dos professores. A complexidade computacional dos componentes é mascarada por uma interface amigável

que permite a composição de forma facilitada, ou seja, sem requerer habilidades computacionais.

### 3.7 Conclusão

A intenção deste capítulo foi de prover um panorama a cerca do conceito Componentes Educacionais -CE, um novo paradigma para o desenvolvimento de aplicações computacionais voltadas a área educacional.

Como foi possível notar, o fato de Componentes Educacionais serem considerados um *artefato reusável*, a infinidade de terminologias diferenciadas tem dificultado uma precisa definição.

Por ser uma pesquisa que está emergindo, há muito ainda que ser definido, estudado e especificado. Porém, tudo isto depende de pesquisa e aprendizagem adquirida a partir dos primeiros modelos construídos.

A exemplo disto se tem duas pesquisas significativas que tratam do conceito de CE, destacados anteriormente como ESCOT e E-Slate. Ambos tem o objetivo de auxiliar professores na construção de suas aplicações. Eles contém componentes pré-fabricados à disposição, de forma gratuita e de fácil manipulação. A preocupação destes ambientes se dá ao nível de facilitar a composição por parte do professor, ou seja, o caráter pedagógico se dá fruto da composição por parte deste. Não há preocupação explicitamente pedagógica no desenvolvimento dos componentes educacionais, ou seja, está é repassada para o educador que irá construir atividades com os componentes educacionais. Porém, permitir fácil manipulação e acesso a estes recursos ou uní-los facilmente não garante a criação de bons conteúdos educacionais.

# Capítulo 4

## Teoria da Atividade

*“Não é a consciência do homem que determina seu ser, mas é seu ser social que inversamente determina sua consciência”.* **Karl Marx - em Obras Escolhidas**

### 4.1 Introdução

Neste capítulo serão abordados primeiramente os aspectos mais conhecidos da Teoria da Atividade (TA). Posteriormente, em se tratando de uma dissertação que versa sobre Educação, julgou-se pertinente a apresentação de alguns softwares aplicados a esta área que agregam algumas das características da TA. Em seguida são apresentadas algumas práticas utilizadas em desenvolvimento de softwares tradicionais e em jogos nos quais em uma análise subjetiva foram observados aspectos da Teoria da Atividade, que podem ser de valia para a compreensão desta em um contexto prático.

### 4.2 Contexto Histórico

Nas primeiras décadas do século XX a psicologia se encontrava dividida em duas tendências radicalmente antagônicas: uma baseada nos pressupostos da filosofia empirista e outra nos princípios da filosofia idealista.

Os empiristas viam a psicologia como uma ciência natural que deveria se deter na descrição das formas exteriores do comportamento, entendidas como habilidades mecanicamente constituídas. Procuravam explicar processos elementares sensoriais e reflexos, tomando o homem basicamente como um corpo, ignorando os fenômenos complexos da atividade consciente [REG 99],[OLI 93]. Para Marilena Chauí, o conhecimento parece depender inteiramente do que vem de fora [CHA 97], ou seja, principalmente das experiências vivenciadas pelos indivíduos. Para os empiristas, a mente desde o nascimento humano passivamente recebe e responde a estímulos. Na interpretação de Pozo sobre os empiristas, a mente se existir, é necessariamente a cópia da realidade, um reflexo dela, e não o contrário [POZ 98].

Na outra tendência, se encontravam os idealistas que viam a psicologia como uma ciência mental. Estes não ignoravam as funções mais complexas, até mesmo chegaram a descrever as propriedades das **funções psicológicas superiores-FPS**<sup>1</sup>, porém se detiveram apenas a uma descrição subjetiva deste fenômeno [OLI 93].

Diante deste cenário Vygotsky e seus seguidores buscavam uma abordagem alternativa partindo para a construção de uma “nova psicologia”. Fruto de suas aspirações, nos anos 20, Vygotsky, Luria e Leontiev fundaram a Psicologia Sócio-Histórica contrapondo às existentes na época.

A Psicologia Sócio-Histórica<sup>2</sup> se desenvolveu baseada nos princípios da filosofia marxista. Esta tinha como objetivo integrar numa mesma perspectiva, o homem enquanto corpo e mente, enquanto ser biológico e social, enquanto membro da espécie humana e participante de um processo histórico [OLI 93]. Conforme Rego, pode se identificar traços da dialética materialista de Marx<sup>3</sup> nas obras de Vygotsky como em questões relacionadas à sociedade, trabalho humano, uso de instrumentos e interação dialética entre homem e natureza [REG 99].

A Teoria da Atividade pode ser considerada um desdobramento dos pos-

---

<sup>1</sup> também encontrada na bibliografia como “atividades psicológicas superiores” [OLI 93] e “mecanismos psicológicos superiores”.

<sup>2</sup> também chamada histórico-cultural ou sócio-interacionista.

<sup>3</sup> Para Marx, não é a consciência dos homens que determina seu ser, mas é o seu ser social que determina sua consciência [ARA 96].

tulados de Vygotsky<sup>4</sup>. Este acreditava que o objeto da psicologia era a **consciência** e que o modo de abordar seu estudo era através da pesquisa sobre as FPS [MOL 96]. Vygotsky dedicou seu trabalho principalmente as atividades superiores, pois com estas, ele julgava que o indivíduo ampliava o seu desenvolvimento, de modo que, teria o poder de abstrair, imaginar e planejar.

Segundo Van der Veer e Valsiner, em 1930 a escola de pensamento de Vygotsky começou a se desintegrar. Uma nova escola, defende o que é agora conhecida como **Teoria da Atividade** e que emerge neste processo de desintegração [TOO 00].

### 4.3 Origem

A Teoria da Atividade tem raízes históricas que são pouco conhecidas à maioria dos leitores anglo americanos. Sua primogênita raiz está na filosofia clássica alemã de Immanuel Kant e Georg Wilhelm Friedrich Hegel, onde reside a origem do conceito de atividade, enfatizando o papel da *atividade mental* constituindo a relação entre sujeito e objeto.

A segunda raiz da TA, parte da investigação desenvolvida pelos filósofos alemães Karl Marx e Friederich Engels, os quais elaboraram o conceito de **atividade**, que viam o trabalho como sinônimo. Seguida pela terceira vertente inspirada nos trabalhos desenvolvidos pelos psicólogos Lev Semenovich Vygotsky, Alexei Nikolaievich Leontiev e o neuropsicólogo Alexander Romanovich Luria de 1920 a 1930 [KUU 97] que apropriam-se do conceito de trabalho, da abordagem marxista, para conceituar uma atividade.

Pode se dizer que a origem da TA é fruto de antagonismos (na seção 4.2) entre as idéias de Vygotsky e o modelo comportamentalista de estímulo e resposta.

Diante disto, Vygotsky promove uma nova visão das relações humanas, pois insere o conceito de mediação nas relações humanas com o mundo objetivo, conforme Figura 4.2, diferenciada do pensamento comportamentalista que considerava a

---

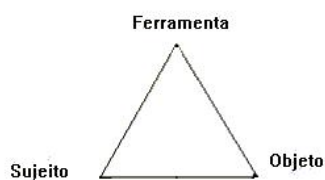
<sup>4</sup>especialmente no que diz respeito à relação homem-mundo enquanto construída historicamente e mediada por instrumentos [OLI 93].

relação direta conforme Figura 4.1.



**Figura 4.1:** Estímulo e Resposta

A Figura 4.2 serve de base para o estudo de Leontiev que, dando continuidade ao trabalho de Vygotsky, tornou-se responsável pelo emprego do termo **Teoria da Atividade**. Conforme Roberta Hill, foi Leontiev quem distinguiu a diferença crucial entre uma ação individual e uma atividade coletiva, estendendo o foco das interações complexas entre o indivíduo e sua comunidade [HIL 02].



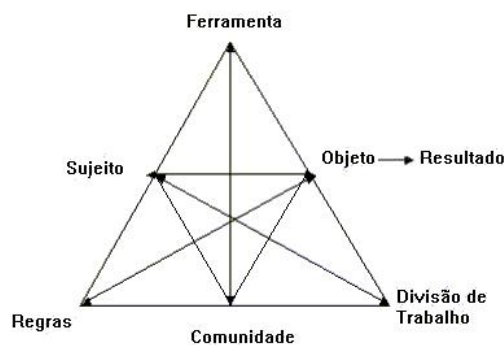
**Figura 4.2:** Relação Mediada [ENG 00][ENG 99]

A TA tornou-se familiar aos psicólogos ocidentais primeiramente através dos trabalhos de Cole e Maltzman em 1969 e mais próximo da atualidade, nos trabalhos de Kuutti, Engeström, Kaptellinin e Zinchenko [VER 98].

A atual TA, tem seu desenvolvimento aprofundando por Engeström, que se apoiando ao trabalho de Leontiev, sobre a inserção da comunidade nas relações humanas, promoveu a reconfiguração de um novo triângulo inserido de regras e divisão de trabalho, conforme visto na Figura 4.3.

Para maior compreensão dos elementos, que compõem o triângulo atual da TA, será feita uma breve descrição e maiores detalhes sobre cada elemento serão encontrados na seção 4.7.

A TA é composta de seis elementos: o **sujeito**, é todo aquele indivíduo



**Figura 4.3:** Triângulo atual da TA [ENG 00][ENG 99]

que atua e transforma o objeto da atividade em resultado. O **objeto** é o elemento para o qual as ações da atividade estarão direcionadas, podendo ser algo material ou não.

A relação entre o sujeito e o objeto não é direta e sempre mediada por uma **ferramenta**. Esta é utilizada na transformação do objeto em resultado.

A **comunidade** é formada por todos os sujeitos que compartilham o mesmo objeto. As **regras** são normas explícitas e implícitas estabelecidas entre a comunidade e os sujeitos que a compõem. E finalmente a **divisão do trabalho**, que é o elemento mediador entre a comunidade e o objeto e refere-se a forma de organização de uma comunidade, relacionada ao processo de transformação de um objeto em resultado.

## 4.4 Conceito de Atividade

O conceito de trabalho, cunhado por Marx, foi o modelo paradigmático de atividade humana orientada a objetos (objetivos), quando Leontiev formulou o conceito de atividade [ENG 99].

Para uma melhor compreensão do significado do conceito “trabalho” sob a perspectiva marxista, é preciso entender que este trabalho ao qual Leontiev se refere deve ser toda atividade pela qual o ser humano utiliza energia física e psíquica para satisfazer suas necessidades ou para atingir um determinado fim [SAR 80].



Para Marx, o trabalho envolve atividade produtiva, não separando o manual e o intelectual. E para ele, “*a condição para que o homem se torne homem é o trabalho*” [GAD 97]. É pelo trabalho que o homem se descobre como ser da práxis <sup>5</sup>, ser individual e coletivo.

Deste modo pode se concluir que, a interpretação do conceito de trabalho, ao longo de muito tempo, tem sido bastante diferenciada. A exemplo disto, pode se considerar a linha de produção do modelo de produção em massa, onde a mão de obra por meio da fragmentação de tarefas e a repetição de gestos é desprovida de qualquer oportunidade de exercício intelectual.

A idéia de atividade envolve a noção de que o homem orienta-se por objetivos, agindo de forma intencional por meio de ações planejadas [OLI 93].

## 4.5 Princípios da Teoria da Atividade

Os princípios básicos da TA, segundo Kaptelinin, são descritos abaixo [KAP 97][KAP 96]:.

O primeiro e fundamental princípio da TA é **unidade de consciência e atividade**. Nesta consideração, consciência significa a mente humana como um todo e a atividade as interações humanas com a realidade objetiva. Este princípio manifesta que a mente humana emerge e existe como um componente da interação humana com o mundo que a cerca.

Através da atividade o homem produz e é produzido, porque a mente se transforma bem como é transformadora.

O segundo princípio é de **orientação a objeto (objetivo)**<sup>6</sup>. Este enfoca a abordagem da TA para o ambiente no qual seres humanos interagem. Estes, vivem num ambiente que é significativo para eles. Este ambiente consiste de entidades que combinam todos os tipos de características objetivas, incluindo aquelas determinadas culturalmente, que por sua vez determinam as formas como as pessoas agem sobre estas entidades.

---

<sup>5</sup>No marxismo se refere à ação (prática) conjugada à reflexão (teoria) [SAR 80].

<sup>6</sup>que não tem nada a ver com Programação OO.

O que significa que todo o comportamento apresentado por um indivíduo deve ser fruto das influências recebidas do meio sócio-cultural em que vive.

O terceiro princípio faz relação a **estrutura hierárquica da atividade**. Com este princípio, a TA procura diferenciar de forma significativa os processos exercidos por humanos como **atividade**, **ação** e **operação**, descritos em maiores detalhes na seção 4.6. A importância desta distinção é determinada pela atitude ecológica <sup>7</sup> da TA. Em uma situação real estes processos determinam o comportamento de um indivíduo baseado no ambiente em que este se encontra inserido. É de fundamental importância diferenciá-los como forma de melhor orientar uma atividade, prover metas e favorecer condições baseadas em dados históricos-culturais de determinado indivíduo.

O quarto princípio se divide em dois: **internalização** e **externalização**.

O conceito de internalização foi introduzido por Piaget, porém o significado deste conceito na TA é de certa forma diferente. De acordo com Vygotsky “*a internalização é social por sua própria natureza*” apud in [KAP 97].

Internalização é o processo de absorção de informações (nas suas diversas formas) realizado pela mente humana, que ocorre a partir do contato com o ambiente em que o indivíduo está inserido, ou seja, a transformação de uma atividade externa em interna.

Esta provê as maneiras pelas quais os indivíduos podem testar interações potenciais com a realidade, sem executar manipulação atual com objetos reais (simulações mentais, imaginação, considerando planos alternativos).

Porém, a TA enfatiza que as atividades internas não podem ser compreendidas, se elas forem analisadas, separadamente das atividades externas, porque elas se transformam em uma ou outra.

A externalização, fenômeno contrário, transforma as atividades internas em externas. Está relacionada a criação de novos artefatos tornando possível sua transformação. Segundo Engeström, pesquisas concretas e experimentos inspirados pela TA têm dominado amplamente o paradigma da internalização, porém há poucas pesquisas concretas na criação de artefatos, produção de novos padrões sociais e contextos expan-

---

<sup>7</sup>Entender o comportamento humano pressupõe compreender seu ambiente.

sivos de transformação na atividade. Engeström cita um trabalho pioneiro dentro deste aspecto que é de Vera John Steiners <sup>8</sup> [NAR 97] [KAP 97].

O quinto princípio é de relevância singular para a teoria da atividade é a **mediação**. Este conceito é o ponto central dos estudos de Vygotsky e caracteriza a relação do homem com o mundo, pois é através dele que as funções psicológicas superiores-FPS se desenvolvem. E para compreendê-las, se passa necessariamente pelo conceito de mediação, justamente por que é através de instrumentos e signos (ferramentas de mediação) que os processos de funcionamento psicológico são fornecidos pela cultura.

A mediação pode ocorrer através do uso de muitos diferentes tipos de ferramentas, tais como artefatos materiais ou mentais, bem como incluindo cultura, maneiras de pensar e a própria linguagem.

O último princípio, não menos relevante, é o **desenvolvimento**. Para compreender um fenômeno é preciso conhecer sua trajetória de desenvolvimento. Nesta, o fenômeno sofre diversas alterações. Compreender as alterações, significa compreender o estado atual deste fenômeno.

## 4.6 Níveis da Atividade

A unidade de análise da TA é a atividade. De acordo com Leontiev, a atividade é composta de três níveis de funcionamento: **atividade propriamente dita, ações e operações** [OLI 93]<sup>9</sup>.

**Atividade** - Uma atividade é sempre orientada por um objetivo, ou seja, ela surge da motivação em realizar um determinado desejo e alcançar este objetivo.

Para realização deste, torna-se necessária a elaboração de planejamen-

---

<sup>8</sup>No livro *Notebooks of the Mind Explorations of Thinking*, a partir de um estudo de celebridades criativas como Diego Rivera, Mozart, Darwin e outros. Sua pesquisa que deu fruto ao livro, emerge em uma demonstração intrigante de como circunstâncias sócio-culturais específicas interagem com certas características de personalidade para encorajar a mente criativa além da presença de mentores na infância. O próprio Vygotsky é resultado do meio sócio - cultural em que viveu [NAR 97] [KAP 97].

<sup>9</sup>Para Nardi, Leontiev descreve uma atividade como sendo composta de **sujeito, objeto, ações e operações** [NAR 97], ou seja, a atividade corresponde a relação homem-mundo (sujeito e objeto).

tos conscientes (planos) para conduzir o sujeito em direção à satisfação. Este processo se chama **ação**.

Partindo disto, se tem em mãos um *objetivo* a ser perseguido e *planos* que auxiliarão alcançar o objetivo. Falta implementar a ação, ou seja, quais passos serão seguidos para alcançar o objetivo em questão. Este processo se chama **operação**.

Segundo Luiz Eduardo Galvão Martins, uma característica importante da ação é que ela é planejada antes de sua execução, diferentemente da operação que é executada de forma automática [MAR 99].

Na Tabela 4.1 é possível visualizar um exemplo dos níveis de uma atividade.

Sujeito	Atividade	Ação	Operação	
Aprendiz	X			Objetiva algo
Novato		X		Planeja algo
Motorista			X	Realiza algo de forma automática

**Tabela 4.1:** Níveis de uma atividade

Pode se tomar como exemplo o ato de *dirigir um carro* para esclarecer os níveis de uma atividade na interpretação da TA, visualizados também na Tabela 4.1.

Quando se está aprendendo a conduzir um automóvel, se tem o objetivo de aprender este procedimento, ou seja, não se sabe como proceder. Neste momento, o indivíduo se depara com uma **atividade**. Quando o indivíduo inicia o planejamento de como realizar esta atividade (pensar que marcha colocar, em que ordem) estará realizando uma **ação**. A partir do momento em que esta ação se tornar automática, ou seja, quando definitivamente já souber dirigir, o indivíduo estará realizando uma **operação**.

O esquema visualizado na Figura 4.4 deve ser entendido de um ponto de vista dinâmico, que está representado pelo sentido das flechas. Durante o período da existência da atividade cada nível pode se transformar em um nível acima ou abaixo. Esta movimentação, além de ocorrer nos dois sentidos, pode acontecer de uma vez [KOM 00].



**Figura 4.4:** Níveis de uma atividade [KUU 96]

## 4.7 Elementos da Teoria da Atividade

Como descrito na seção 4.3, a configuração atual da TA é formada de seis elementos significativos, descritos como sujeito, ferramenta, objeto, regras, comunidade e divisão de trabalho. A ferramenta, as regras e a divisão de trabalho são elementos mediadores enquanto que sujeito, objeto e comunidade mediados. Existem três relações bem definidas compostas pelo triângulo de Engeström, em cada micro triângulo existem três componentes sendo que um mediador e dois mediados. Entre estes destacam-se: sujeito, ferramenta e objeto; sujeito, regras e comunidade; comunidade, divisão de trabalho e objeto.

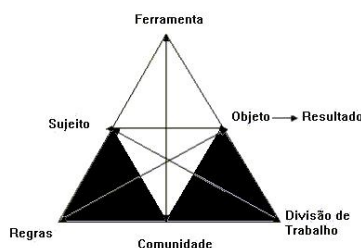
Nesta seção será descrito cada elemento e suas respectivas relações, de modo que se possa compreender seu conceito e sua importância no contexto social, bem como no educacional e tecnológico.

### 4.7.1 Comunidade

O conceito de *comunidade* na Teoria da Atividade, embora estudado por Leontiev, é oriundo do triângulo expandido da teoria, desenvolvido por Yrjö Engeström que inseriu no triângulo original de Leontiev <sup>10</sup> um quarto elemento. Este conseqüentemente originou duas novas formas de mediação: regras e divisão de trabalho, conforme

<sup>10</sup>sujeito, objeto e ferramentas.

Figura 4.5.

**Figura 4.5:** Relações estabelecidas com a Comunidade

Para compreensão do significado do elemento “comunidade” é necessário entender a importância do aspecto social no desenvolvimento humano, neste sentido a atenção deve ser voltada para a gênese humana.

Os humanos quando nascem, são inseridos em um mundo cultural, pré-estabelecido por indivíduos que fazem parte de determinada cultura. Esta acaba por influenciar o seu desenvolvimento, ou seja, a relação dos humanos com o mundo não será uma relação direta, porém mediada pela cultura. Esta por sua vez determinará o seu viver, seu modo de se relacionar e agir. Todos seus atos e pensamentos e até mesmo emoções serão **pré-determinados** pelo grupo cultural onde se encontra inserido.

Para contextualizar o que foi ressaltado anteriormente cabe um exemplo bastante conhecido sobre as meninas lobo, encontradas na Índia, em 1920, vivendo numa matilha. Por elas somente terem convivido com lobos, seu comportamento se assemelhava ao deles, andavam de quatro, uivavam a noite, comiam carne crua ou podre e não sabiam nem rir, nem chorar. Só começaram a se humanizar após o contato com outras pessoas [ARA 96].

Este exemplo é bastante pertinente de modo a esclarecer o papel do “outro” na construção de sua identidade, ou seja, na construção do homem como “ser humano”, capaz de tomar decisões e construir seu próprio futuro. Segundo Henri Lefébvre<sup>11</sup>, “o homem somente se torna humano pela criação de um mundo humano” [GAD 97]. Para

---

<sup>11</sup>no livro O Marxismo.

complementar Park (1915) disse “*o homem não nasceu humano, apenas lenta e trabalhosa-mente, em fecundo contato, cooperação e conflito com seus semelhantes, é que logra as qualidades distintivas da natureza humana*” (apud in [RAT 95]).

Então, na ausência do “outro social” a possibilidade de um indivíduo se tornar humano é remota. Como é o caso das meninas lobo, em que na ausência de uma presença humana, fez com que seu comportamento se assemelhasse aos que com elas conviviam, no caso, os lobos.

Vygotsky deposita grande interesse na relação com o outro social, descrevendo o desenvolvimento das crianças a partir do contato com outros indivíduos.

*“Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social, e sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa (mediador). Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social”* Vygotsky apud in [MAR 97b].

Para Vygotsky as características tipicamente humanas não estão presentes desde o nascimento do indivíduo, e nem são mero resultado das pressões do meio. Elas resultam da interação dialética <sup>12</sup> do homem com seu meio sócio-cultural, ou seja, quando o homem modifica o ambiente, através de seu próprio comportamento, para atender suas necessidades, esta mesma modificação há de influenciar seu comportamento futuro e este indivíduo transforma-se a si mesmo.

Neste ponto cabe um parêntese para esclarecer que, quando se fala em “pré-determinação” (grifada na página 56), se pode perguntar, se não está se tratado de comportamentalismo neste fato. Se pode ter a impressão de se estar ouvindo a típica frase oriunda desta linha de pensamento: “*todo ser é produto do meio em que vive*”, ou seja, o sujeito é aquilo que o seu meio permite que ele seja. Porém, o sócio-interacionismo

---

<sup>12</sup>relação recíproca.

refutaria: “*todo ser é produto do meio em que vive, e o meio é produto do próprio homem*”, uma relação dinâmica, de movimento.

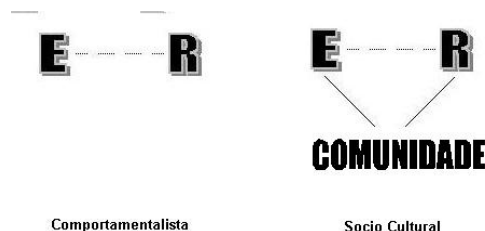
O que precisa ser entendido é que em uma abordagem comportamentalista, seria o *meio* que agiria sobre o indivíduo, e este seria algo a espera de um *estímulo* para se modificar. Segundo Pozo, em uma visão sócio interacionista, o homem não se limita a responder aos estímulos de maneira reflexa ou mecânica, mas atua sobre eles, transformando-os [POZ 98]. E é esta relação dialética que faz a grande diferença entre as duas abordagens. Para Ratner, esta dialética persistente corrobora a natureza não mecânica da socialização [RAT 95].

Fazendo uso das palavras de Marta Kohl, interpretando Vygotsky, ela expõem sua interpretação a cerca da relação estabelecida entre os sujeitos que compõem uma comunidade

*“A cultura não é pensada por Vygotsky como algo pronto, um sistema estático ao qual o indivíduo se submete, mas como uma espécie de ‘palco de negociações’, em que seus membros estão em constante movimento de recriação e reinterpretação de informações, conceitos e significados. A vida social é um processo dinâmico, onde cada sujeito é ativo e onde acontece a interação entre o mundo subjetivo de cada um. O processo pelo qual o indivíduo internaliza a matéria prima fornecida pela cultura não é, pois, um processo de absorção passiva, mas de transformação, de síntese”* [OLI 93].

Parece bastante oportuna a citação acima, para esclarecer mais profundamente o que já foi descrito até o momento, como forma de explicar como procede a inserção de indivíduos em uma sociedade “pré-estabelecida”, que os torna semelhantes à indivíduos do mesmo núcleo social. Esta semelhança é fruto da interação deste indivíduo, com aspectos culturais enraizados nesta comunidade, que também são produtos da interação do próprio homem com seus semelhantes e com o mundo que o circunda. Observe neste caso, que na visão sócio-cultural a relação estímulo resposta não é direta, mas mediada pela comunidade. Diferentemente da visão comportamentalista onde a relação estímulo resposta é considerada direta. Estas visões estão representadas na Figura 4.6.





**Figura 4.6:** Relação sujeito-ambiente em diferentes abordagens

Sabendo que o homem é um ser social, ou seja, se constrói a partir de sua interação dialética com o ambiente com o qual se relaciona e se encontra inserido, é importante entender como ele cria e recria este ambiente e a si mesmo. Os humanos possuem uma característica que os diferencia dos outros seres, que é a mente consciente. E para assegurar o que está sendo abordado até o momento far-se-á o uso das palavras de Vygotsky em [BEL 96], onde este declara que ... “*a mente emerge através da interação com o ambiente*”. É por meio destas interações que os indivíduos desenvolvem suas estruturas cognitivas superiores e ao mesmo tempo intervêm no meio [SAN 98]. A evidência mais relevante neste fato é que na atividade inter-subjetiva dos seres humanos, a mente é concebida como co-elaborada, em permanente processo de construção coletiva e socialmente compartilhada. A psicologia vygostkiana declarou que a mente humana é construída pelas interações do sujeito com o mundo e esta é um atributo da relação entre sujeito e objeto [VER 98].

O elemento comunidade, em se tratando de Teoria da Atividade, é de fundamental importância devido ao seu caráter formador das Funções Psicológicas Superiores - FPS, pois é através destes que o indivíduo se desenvolve.

Neste momento surge um novo elemento presente na interação entre indivíduos, que emerge destas relações estabelecidas entre eles, a **consciência**. Que para Ratner, é grande por ser social e a vida social é grande por ser consciente [RAT 95].

A consciência exige a estimulação social de relações sociais complexas, conhecimento acumulado por outros indivíduos, símbolos providos da comunicação so-

cial e deliberação que se torna indispensável pela consideração dos desejos e das reações dos outros [RAT 95]. Para Vygotsky, a mente emerge através da interação do indivíduo com o ambiente onde se encontra inserido, seja em uma situação de ensino-aprendizagem ou no cotidiano [BEL 96]. E continuando com as palavras de Vygotsky em outra bibliografia, ele diz que

*“a interação social produz realmente processos psicológicos novos, elaborados e avançados que não estão a dispor do organismo que funciona isolado”* [RAT 95]. *“Amadurecer ou desenvolver funções mentais é algo que deve ser encorajado e medido pela colaboração, e não por atividades independentes e isoladas”* [RAT 95] [MOL 96].

Complementando a citação anterior, com as palavras de Marta Kohl que se posiciona a respeito do relevante papel da interação social afirmando que

*“a interação face a face entre indivíduos particulares desempenha um papel fundamental na construção do ser humano: é através da relação interpessoal concreta com outros homens que o indivíduo vai chegar a interiorizar as formas culturalmente estabelecidas de funcionamento psicológico. Portanto, a interação social, seja diretamente com outros membros da cultura, seja através dos diversos elementos do ambiente culturalmente estruturado, fornece matéria prima para o desenvolvimento psicológico do indivíduo”* [OLI 93].

De acordo com Marx, o homem produz conhecimento, quando através da atividade do trabalho, ou seja, através de todas as formas de atuação sobre a natureza, sobre os demais homens e sobre si mesmo, produz as condições para a sua existência. Este conhecimento que só o homem tem a capacidade de produzir é um conhecimento transformador da natureza, de si mesmo e das relações sociais que são geradas pelo próprio trabalho [WEB 98].

A conclusão que se pode chegar é que a possibilidade de alteração no desempenho de um sujeito pela interferência de outro é fundamental na teoria de Vygotsky e se reflete também na Teoria da Atividade de Leontiev. E o envolvimento da

comunidade (intencionalidade) em uma interação educacional é fator preponderante para garantir a aprendizagem e o desenvolvimento de seus sujeitos.

#### 4.7.2 Divisão de Trabalho

Nesta seção será abordado o conceito *divisão de trabalho* de modo a promover a sua compreensão dentro da Teoria da Atividade, afim de esclarecer alguns pontos que possam se tornar contraditórios em um primeiro momento.

Para compreender o conceito de Divisão de Trabalho é necessário primeiramente compreender o significado de “trabalho”. Como descrito na seção 4.4, trabalho é a atividade pela qual o homem utiliza sua energia **física e psíquica** para satisfazer suas necessidades ou para atingir um determinado fim. É uma atividade tipicamente humana, considerando que humanos possuem mente consciente. Por meio do trabalho desenvolve-se a relação dialética entre o homem e natureza entre o saber e o fazer [SAR 80].

A TA tem suas raízes filosóficas no materialismo dialético de Marx, como descrito no Capítulo 4. Conseqüentemente, o pensamento de Leontiev, ao desenvolver a TA, concordava com os pressupostos do materialismo dialético. E Marx criticava a divisão do trabalho <sup>13</sup>. Porém, esta crítica advém do subjulgamento da máquina em detrimento de humanos tão presente na indústria capitalista, influenciada pelo modelos Taylorista e Fordista.

Na educação, esta crítica ocorre ao nível de separação entre atividade prática e intelectual, ou seja, o saber se faz descontextualizado.

A escola é um local de trabalho, considerando o materialismo dialético, o trabalho é uma práxis <sup>14</sup>, ou seja, a escola não deve separar prática da teoria, ou quem executa de quem pensa.

A distinção entre as abordagens existentes sobre o conceito de divisão de trabalho, torna-se de fundamental importância. O que se deseja é a aplicação de uma

---

<sup>13</sup>Para maior abrangência do tema pode-se consultar Concepção Dialética da Educação - Moacir Gadotti (na bibliografia da dissertação).

<sup>14</sup>união dialética da teoria e da prática [ARA 96].

interpretação “positiva” deste conceito.

No contexto desta dissertação, o conceito de trabalho é de fundamental relevância, pois seu próprio significado agrega aspectos negativos que conseqüentemente são atribuídos à divisão de trabalho.

Para ilustrar esta preocupação se fará uso das palavras de Maria Lúcia Arruda Aranha, que define o aspecto negativo da palavra trabalho.

*“A palavra trabalho vem do vocábulo latino ‘tripaliare’, do substantivo ‘tripalium’, aparelho de tortura formado por três paus ao qual eram atados os condenados e que também servia para manter presos animais difíceis de ferrar” [ARA 96].*

Esta citação evidencia o fator negativo associado ao conceito de trabalho e bastante presente nas relações de produção atuais.

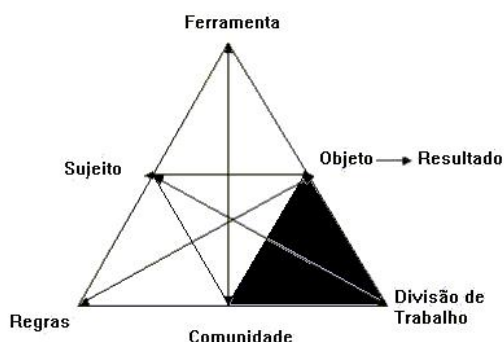
Quando se trata do conceito trabalho, pode-se pensar no trabalho opressor fruto da implantação da sociedade tecnicista. Uma consideração importante nas palavras de Aranha diz que, o trabalho é o que nos distingue dos animais, o trabalho deve libertar, não oprimir [ARA 96].

Observando o que se tem tratado até o momento sabe-se que a relação homem-mundo é mediada por objetos físicos ou mentais (ferramentas). Analisando e comparando ao trabalho opressivo, o sujeito é o meio para se atingir algo e não quem inicia o processo, o que pressupõe que sendo meio, não é necessário reflexão sobre o fazer, apenas é mais uma engrenagem da linha de produção.

Infelizmente este quadro se reflete na educação atual, onde o aluno passivo, desprovido de reflexão apenas absorve como uma esponja, um quantidade de conteúdos previamente selecionados, que sem contextualização serão brevemente esquecidos.

Segundo Engerström, na interpretação de Marx sobre o trabalho, ele o define como atividade criativa e produtiva [ENG 99]. E é exatamente este conceito que se quer fazer uso no contexto desta dissertação para embasar a divisão do trabalho. É deste tipo de trabalho que se quer tratar nesta divisão. Mesmo que seja dividido, o trabalho

realizado por cada indivíduo é um trabalho produtivo, não fragmentado, ou seja, há uma divisão de tarefas e não separação do trabalho intelectual do braçal. A divisão de trabalho aqui tratada corresponde a: “quem pensa é quem executa o trabalho ou atividade”.



**Figura 4.7:** Relação que envolve o elemento mediador Divisão de Trabalho

O conceito de divisão do trabalho, surge na visão expandida da Teoria da Atividade proposta por Engeström, conforme Figura 4.3, no capítulo 4 e pode ser melhor compreendido a partir da Figura 4.7, que representa a mediação que a divisão de trabalho faz entre a comunidade e o objeto de modo a chegar a um resultado.

### 4.7.3 Ferramenta

Para compreender o conceito de ferramenta é relevante relembrar o papel da mediação (descrito neste capítulo, na seção 4.5) nas relações humanas.

A mediação é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação. Esta então deixa de ser direta e passa a ser mediada [OLI 93]. Os humanos não manipulam objetos de forma direta, pois sempre usam algum tipo de mediador (físico ou psicológico) chamados ferramentas.

O conceito de mediação está presente tanto no sócio-interacionismo, como na TA, porém há uma diferença de enfoque. Segundo Nardi, a escola histórica-cultural de Vygotsky enfatiza a mediação pela linguagem, enquanto a Teoria da Atividade

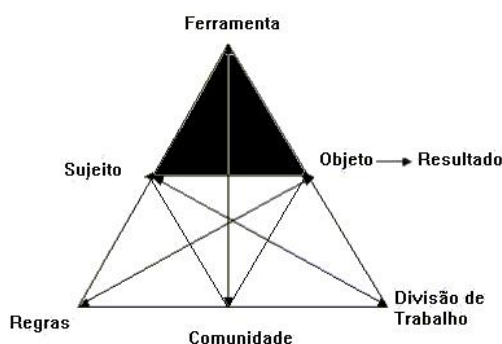
de Leontiev tem se concentrado na mediação por ferramentas <sup>15</sup> [NAR 97], que inclusive é um dos princípios fundamentais da TA segundo Kari Kuutti [KUU 96], descrito na seção 4.5.

*“A mediação por meio de ferramentas não é meramente uma idéia psicológica. Mas uma idéia que derruba o muro cartesiano que separa a mente individual da cultura e sociedade”* [ENG 99].

Engeström, nesta citação, procura demonstrar o papel das ferramentas nas relações humanas. Não há como compreender o comportamento humano sem relacioná-lo com a cultura que o cerca, as pessoas com que se relaciona e os artefatos que produz ou utiliza.

*“O homem em interação com a natureza sobrevive graças à cultura, transformando traços culturais, recriando-os e abandonando aqueles menos adequados às condições sempre novas”* [dB 88].

O elemento Ferramenta, no contexto da Teoria da Atividade, tem o papel de mediar a relação entre o sujeito e o objeto tendo a função de auxiliar o sujeito na transformação deste objeto em um resultado. Na Figura 4.8 é possível verificar esta relação mediada.



**Figura 4.8:** Relação do Elemento Mediador Ferramenta

<sup>15</sup>também é usado o termo artefato, Kuutti [KUU 97].

Na educação, o papel da ferramenta, pode ser interpretado como qualquer artefato, desde que transforme a informação em conhecimento. Neste aspecto podem ser consideradas como ferramentas os livros, jogos didáticos, dicionários, canetas entre outros.

No plano tecnológico-educacional, os softwares educacionais podem ser destacados como um exemplo de ferramenta que media a relação do sujeito com o conhecimento. Segundo Bellamy, o processo de mediação provê as bases para argumentos sugerirem que a tecnologia pode conduzir a reforma educacional. Não sugere que a tecnologia sozinha media o comportamento, mas qualquer artefato tem o potencial de mudar a atividade [BEL 96].

Pode ser compreendido que a ferramenta tem o potencial de auxiliar a relação humana, mas não é suficiente, são necessários outros fatores relacionados para que esta seja usada adequadamente e produza os resultados almejados.

Um bom exemplo seriam os softwares educacionais, que tinham a intensão de ser uma ferramenta no processo de ensino aprendizagem, porém valorizaram em demasia seu papel em detrimento à fatores humanos, ou seja, a ferramenta tem potencial para auxiliar a aprendizagem, mas não se pode desconsiderar os sujeitos que estão envolvidos em uma interação de estudo, seus traços culturais, psicológicos e sociais.

Porém, uma parcela significativa de softwares educacionais, desenvolvidos com o intuito de auxiliar o processo de ensino aprendizagem, não tem exercido o papel de ferramenta dentro do contexto da TA. Nas palavras de Sancho se tem a descrição do papel de um mediador como *“artefatos que transformam a realidade ao invés de imitá-la. Sua função não é adaptar-se passivamente as condições ambientais, mas modificá-las ativamente”* [SAN 98].

Partindo da reflexão de Sancho, fazendo uma analogia com a trajetória de desenvolvimento de softwares educacionais, que seguiram duas linhas bem definidas, ou seja, comportamentalismo ou cognitivismo.

Os softwares educacionais comportamentalistas, como ferramentas, reproduziam o real no virtual, ou seja, transformavam o que existia na realidade em computacional. Em decorrência os softwares desenvolvidos sob esta teoria foram rotulados de

*viradores de páginas virtuais.*

Os softwares educacionais cognitivistas procuraram modelar a mente humana em máquina, ou seja, transpuseram para a máquina o que compreendiam como funcionamento mental humano. Suas lições eram desenvolvidas baseadas em inferências realizadas entre as operações realizadas pelo sujeito que utilizava um ambiente e um comportamento modelado em máquina. Estes softwares também tentaram imitar a realidade e adaptar seu conteúdo dependendo de condições ambientais.

Nestes casos, o papel de ferramenta não se configura, pois esta deveria transformar, não imitar nem se adaptar a realidade como descreveu Sancho.

#### 4.7.4 Objeto

O significado do termo *objeto*, no triângulo de Leontiev tem dado origem a diferentes interpretações que dependem muito da tradução dos textos originais russos. Em alguns casos é definido no sentido de objetivo (motivo) ou como objetos (visuais, físicos/materiais).

Na interpretação de Nardi, por exemplo “*um objeto (no sentido de objetivo) é possuído pelo sujeito e motiva a atividade, dando-lhe uma direção específica*” [NAR 97]. Neste caso o enfoque se dá no sentido de objetivo. Para complementar pode-se usar as palavras de Leontiev “*na terminologia eu tenho empregado que o objeto de atividade é seu motivo (objetivo). Naturalmente, este pode ser material e ideal; pode ser dado em percepção ou pode somente existir em imaginação, na mente*” [LEO 77].

É possível observar nesta citação, que Leontiev aponta direções com relação a interpretação de objeto/objetivo, ou seja, pode ser “objeto” como algo físico, mas pode ser também “objetivo” como algo idealizado.

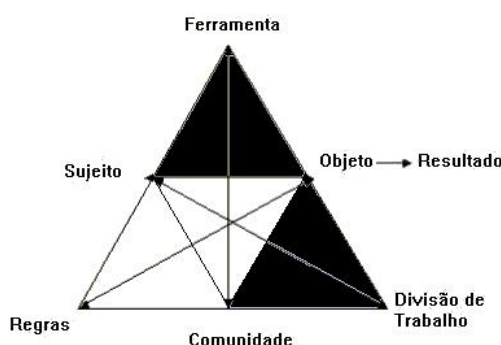
Para exemplificar, quando se tem por objetivo, com a realização de uma tarefa, “investigar” um fenômeno, sua atividade possui um caráter e uma direção. A partir do momento que o objetivo da atividade passa de “investigação” para “redação de um texto”, ou seja, muda de foco, o objetivo desta atividade é transformado e o aparato necessário para realização e a organização desta, também se transforma. Por isso é dito



que é o objeto (objetivo) quem dirige a atividade.

Para Leontiev, o principal ponto de distinção entre uma atividade e outra, está na diferença entre seus objetos. É o objeto (ou objetivo) de atividade que orienta o transcorrer desta. Para complementar este raciocínio, cabe a interpretação de Kuutti, que concorda com Leontiev, porém procura esclarecer o papel do objeto na TA, ou seja,

*“um objeto pode ser qualquer coisa material, mas também pode ser uma coisa menos tangível (como um plano) ou totalmente inalcançável (como uma idéia particular) que pode ser compartilhado por manipulação e transformado por participantes de uma atividade” [KUU 96].*



**Figura 4.9:** Relações que envolvem o objeto

No contexto desta dissertação concorda-se com as duas terminologias, porém o termo “objeto” a ser adotado, segue a orientação conforme da citação de Kuutti anteriormente descrita. De modo que, o objeto determinado pelo sujeito pode variar desde uma idéia, um conceito que deseja investigar - algo que não tem estado físico concreto, até um objeto real, concreto, visível e manipulável.

Até este ponto, houve a busca da definição do conceito “*objeto*”, porém cabe a especificação de seu papel dentro de um sistema, como o da Teoria da Atividade, bem como numa interação educacional, foco da pesquisa em questão. Alguns aspectos precisam ser esclarecidos para entender “*objetos*”, nos limites da Teoria da Atividade.

Para isto se fará uso das palavras de Kuutti, presente na maioria dos textos sobre esta. “*O que motiva a realização de uma atividade é a transformação de um objeto em resultado*” [KUU 96] [KUU 97].

Bonnie Nardi, declara que objetos podem ser transformados no curso da atividade, não são estruturas imutáveis. É possível que um objeto sofra mudanças durante o processo de uma atividade e esta mudança pode mudar a natureza da atividade fundamentalmente [NAR 97]. Semelhantemente, a atividade também não é imutável, pois alterando seu objeto ela acaba por se transformar também. Então, uma atividade é motivada por um objeto e este por sua vez, pode ser modificado no transcorrer desta atividade, de modo que, modificando o objeto resulta na alteração do rumo (objetivo) dessa atividade, decorrendo sua transformação em outra atividade.

No plano educacional, é de longa data que o objeto de uma atividade educacional tem sido predominantemente o texto. Segundo Miettinen,

*“a aprendizagem escolar está caracterizada pela memorização e reprodução de textos. A passiva recepção e memorização produz a combinação paradoxal da dependência escrava em livros e a real inabilidade em usá-los”* [MIE 99].

Para visualizar a declaração de Miettinen, pode ser usada a passagem a seguir, que remete a exata situação destacada acima

*“Imaginem um helenista, enamorado do grego, que sabe que em seu país existem pouquíssimas crianças que entendem grego. Este homem viaja a outro país e observa fascinado que lá todos estudam grego e pergunta-lhe: “Que idéias tinha Sócrates a respeito da relação entre verdade e beleza?” O estudante não sabe o que responder. Porém, quando lhe pergunta: “O que disse Sócrates a Platão no Terceiro Simposium?”, o estudante ilumina-se o rosto e arranca “brrrr-up”, recitando integralmente, palavra por palavra, em um grego maravilhoso, tudo o que Sócrates havia dito. Porém, o que Sócrates tratava no Terceiro Simposium era da relação entre a verdade e*

*a beleza!!! O que esse helenista descobre é que os estudantes desse outro país aprendem grego pronunciando palavras, depois as palavras, e logo as frases e parágrafos. São capazes de recitar, palavra por palavra, tudo o que Sócrates diz, sem se dar conta de que essas palavras na realidade “significam algo”. Para os estudantes, não são mais do que sons artificiais. Ninguém os traduziu em palavras que os estudantes possam compreender”. Richard Feynman [POZ 98].*

Neste modelo de educação livresca, o papel do texto é predominante. E a moldagem realizada sobre este objeto, resulta em formas curiosas onde o mesmo texto é reproduzido e modificado oralmente ou na forma escrita [MIE 99].

#### 4.7.5 Regras

Embora a Teoria da Atividade tenha mais de meio século de existência e esteja em franco desenvolvimento e aplicação, são poucas as bibliografias encontradas sobre o tema. E nestas, o conceito de *Regras* é tratado de forma muito sucinta, somente ao nível de definição, como se pode encontrar nos livros de Yrjö Engeström e Bonnie Nardi.

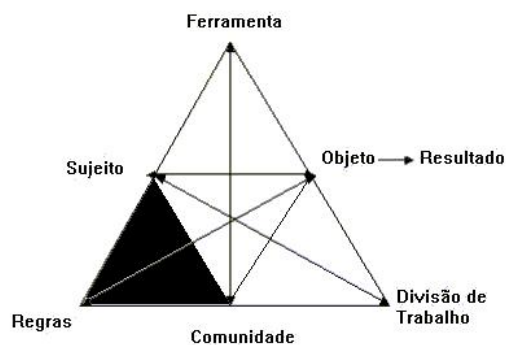
Na interpretação de Kari Kuutti <sup>16</sup>, o conceito de regras é visto como “*normas implícitas e explícitas, convenções e relações sociais com uma comunidade*” [KUU 97]. Para Rachel Bellamy, a interpretação do conceito de regras não se diferencia da abordagem de Kuutti onde declara que “*uma comunidade vive segundo um conjunto de regras (implícitas ou explícitas), que governam os sujeitos que a compõem, por exemplo em uma escola tradicional, regras podem ser interpretadas como sendo frequência, tempo para realizar uma lição, uniforme, castigos*” [BEL 96].

A descrição feita acima pode ser entendida dentro dos limites da TA, com a visualização da Figura 4.10.

As regras explícitas são aquelas onde são enunciados pressupostos a serem respeitados por todos os indivíduos da atividade. Já regras implícitas são normas

---

<sup>16</sup>No livro organizado por Bonnie Nardi.



**Figura 4.10:** Relação que envolve o elemento mediador Regras

que são seguidas automaticamente pelos sujeitos, provavelmente por sua experiência e familiaridade prévia com o grupo e que podem ser abstraídas pelo observador.

Para uma maior compreensão do conceito de regras, se fez uso do dicionário Aurélio onde o conceito de Regra é abordado como

*“aquilo que regula, dirige, rege ou governa. Fórmula que indica ou prescreve o modo correto de falar de pensar, de raciocinar, agir, num caso determinado por exemplo: regras de gramática, de matemática. Aquilo que está determinado pela razão, pela lei ou pelo costume; preceito, princípio, lei, norma por exemplo: as regras de bom senso, da boa educação”* [dHF 86].

Também se fez um passeio em áreas como filosofia e educação. Nesta busca se deparou com o conceito de *moral*, que segundo, a professora e escritora de vários livros sobre Filosofia, Maria Lúcia de Arruda Aranha é o *“conjunto de regras de conduta adotadas pelos sujeitos de um grupo social e tem a finalidade de organizar as relações interpessoais segundos os valores do bem e do mal”* [ARA 96].

Partindo de algumas definições, nesta dissertação, será feita uma tentativa de abordar o conceito de regras dentro dos limites da interpretação da Teoria da Atividade.

No momento em que um sujeito é inserido em uma sociedade o seu comportamento é determinado pelo ambiente cultural. Este deve se adequar a condutas

sociais pré-existentes. Ao se inserir no ambiente deve se submeter a regras que já existem e que talvez não façam parte do seu mundo individual. E as relações estabelecidas entre o sujeito em uma comunidade serão regidas por estas regras. Porém, nada impede que estas sejam re-avaliadas e re-modeladas de modo a atender às necessidades do grupo.

Neste ponto, se apresenta um momento onde as palavras regras e controle de comportamento remetem novamente a um pensar sobre comportamentalismo e a possibilidade do surgimento de algumas indagações do tipo “mas isto é uma visão comportamentalista de ver os fatos”.

A resposta para possíveis indagações que possam surgir, no contexto desta dissertação, seria que não se trata de uma abordagem comportamentalista. Pode-se dizer que se têm interpretações diferenciadas com relação ao conceito de regras que circundam a sociedade. Tomando como base uma visão comportamentalista, estas regras seriam rígidas, predeterminadas a serem seguidas sem um “pensar” sobre sua aceitação. Nesta, os sujeitos são submetidos a regras, que devem ser acatadas. De outro lado, se pode dizer que seguir regras, tem a ver com autonomia dos sujeitos, em ter discernimento em aceitar ou rejeitá-las, em compreender “o porquê” de sua aplicação e a oportunidade para modificá-las ou re-interpretá-las.

Na interpretação sócio-histórica do conceito de regras, segundo Engeström “*humanos não só obedecem como também moldam e reformulam as regras*” [ENG 00].

As crianças vêem as regras como imposições arbitrárias dos adultos. E estas parecem arbitrárias quando não se consegue compreender suas razões [DEV 98]. Ao professor cabe o papel de discutir e contextualizar estas regras de modo a ter compreensão por parte dos alunos, ou seja, não ditar regras, mas realizar o estabelecimento delas através de um processo participativo de discussões e concessões.

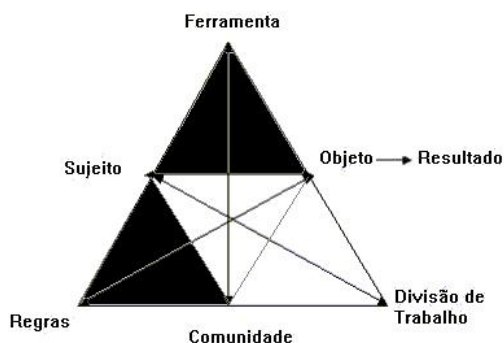
O que precisa ficar esclarecido é que as regras serão escolhidas pelos membros de determinada comunidade, como forma de mediar o relacionamento deles. Sua adoção deve ser compreendida no contexto de comunidade como significativo e apropriado para auxiliar neste relacionamento. Diferentemente de imposição e acato sem reflexão.

Analogamente na Educação, as regras são imposições na maioria das vezes precedidas da palavra “não”, o que traz um sentido autoritário a relação estabelecida entre indivíduos que ditam e os que seguem estas regras [DEV 98].

Na interpretação da Teoria da Atividade, o estabelecimento de regras não deve ser algo autoritário e nem algo imposto. Este deve ser um processo colaborativo e participativo. Segundo Aranha, pode-se concluir que a ação humana transformadora não é solitária, mas social, já que os homens ao se relacionarem para produzir sua própria existência, desenvolvem *condutos sociais* a fim de atender às necessidades do grupo [ARA 96].

#### 4.7.6 Sujeito

O sujeito, na visão da Teoria da Atividade, é visto como um ser ativo, que atua sobre o que o cerca com um objetivo, por meio de ferramentas e como aquele que se relaciona com a comunidade da qual faz parte por meio de regras. As relações que o sujeito estabelece podem ser vistas na Figura 4.11.



**Figura 4.11:** Relações estabelecidas pelo Sujeito

Para introduzir o elemento *sujeito*, é válida uma comparação dos modelos psicológicos adotados até então de modo a modelar entidades, em desenvolvimento de softwares. Como modelos significativos pode-se destacar comportamentalismo, cognitivismo e sócio-interacionismo, que serão usados para dar uma visão da interpretação

do conceito “sujeito” em diferentes abordagens, que implicam diretamente no plano educacional.

No comportamentalismo, a mente embora não desconsiderada, é cópia da realidade e não o contrário. Um aspecto atribuído ao comportamentalismo é ser uma teoria estímulo-resposta. A aprendizagem é sempre iniciada e controlada pelo ambiente.

O sujeito neste modelo é considerado uma tábua rasa, um papel em branco esperando que alguma coisa atue sobre ele de modo a transformá-lo. Analogamente, comparando a relação professor-aluno, o professor é aquele que modelará o aluno, que neste caso tomando os conceitos da TA, passa de sujeito a objeto, desconfigurando seu papel no processo de aprendizagem. A impressão que fica deste modelo é que o aluno não tem nada a acrescentar, é um ser nulo em sua existência. Segundo Komosinski, na abordagem comportamentalista, uma pessoa é apenas um corpo que reage mecanicamente através de reflexos [KOM 00].

Analisando o contexto educacional, esta “modelagem docente” sobre o então objeto (não mais sujeito), ocorre através de estímulos previamente elaborados de modo a gerarem respostas determinadas como corretas pelo “modelador”. A aprendizagem para o comportamentalismo é entendida como uma modificação de comportamento provocada pelo agente que ensina (modelador) e pela utilização adequada dos estímulos reforçadores sobre o sujeito (aqui então - objeto) que aprende.

Os comportamentalistas através do estudo com animais, comparavam-os à humanos quando aplicavam mecanismos de estímulo-resposta. Porém, estes ignoraram que os humanos são seres biologicamente diferentes e que existe neles algo muito maior, poderoso e plástico chamado de mente consciente. Inclusive Pozzo ressalta que no cognitivismo, a mente ressurge após ter sido um dos grandes temas ausentes no programa comportamentalista [POZ 98].

A psicologia cognitiva, que deu margem ao desenvolvimento de inúmeras iniciativas no plano computacional aplicadas à educação, tinha como enfoque o processamento de informação, baseado em uma analogia entre o funcionamento cerebral de humanos e a capacidade computacional de computadores.

Porém, atualmente, os estudos a cerca da Teoria da Atividade demons-

tram que nesta a visão entre humanos e artefatos é diferenciada, segundo Bonnie Nardi

*“a teoria da atividade vê pessoas e coisas como fundamentalmente diferentes. Pessoas não são reduzidas a nodos ou agentes em um sistema; processamento de informação não é visto como alguma coisa que pode ser modelada da mesma maneira para pessoas e máquinas. Na teoria da atividade artefatos são mediadores do pensamento humano e de seu comportamento; Eles não podem ocupar o mesmo espaço ontológico” [NAR 97].*

## 4.8 Teoria da Atividade e Tecnologia Educacional

Os trabalhos de Vygotsky, apesar de terem sido realizados há aproximadamente setenta anos, há pouco tempo estão sendo conhecidos pelos ocidentais. Em consequência, a TA, baseada na escola sócio-histórica emerge tardiamente, mas com uma abordagem deveras contemporânea. Fruto disto, se têm poucas expressões da aplicação tanto do pensamento de Vygotsky como da Teoria da Atividade no desenvolvimento de iniciativas educacionais <sup>17</sup>, ou que se utilizam da tecnologia como suporte educacional.

Nesta seção, serão apresentados alguns softwares que se utilizam dos conceitos da TA, bem como de alguns postulados de Vygotsky. Embora o foco da dissertação em questão sejam Componentes Educacionais, considera-se válida, como forma de ilustrar, a apresentação de ambientes desenvolvidos sob a teoria da atividade, sem a utilização deste conceito.

### 4.8.1 Dinosaur Canyon

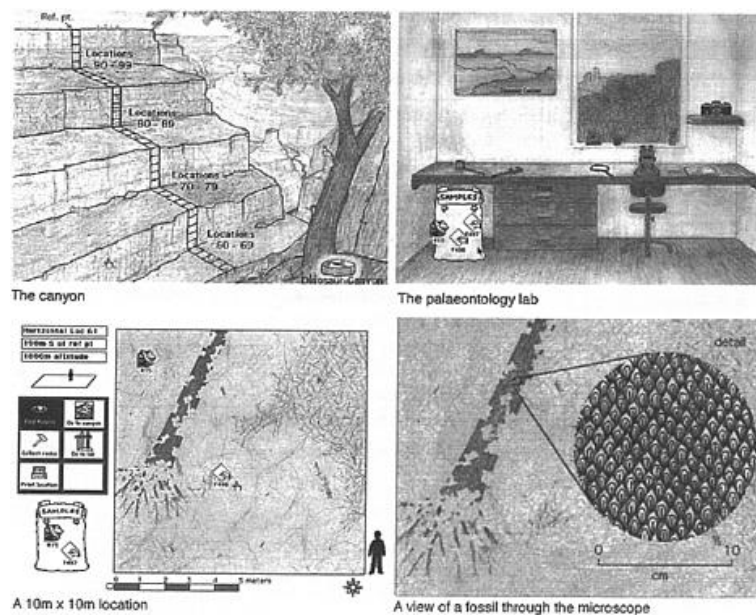
O software *Dinosaur Canyon* [BEL 96] foi projetado para ensinar ciência da terra. Este possui uma simulação de um *canyon* e dois laboratórios, um de petrologia (estudo das pedras) e paleontologia (estudo dos fósseis). O ambiente foi projetado de

---

<sup>17</sup>existe uma publicação de Carl Ratner, “A Psicologia Sócio-Histórica de Vygotsky aplicações Contemporâneas” que aponta alguns estudos de caso e algumas composições de atividades educacionais que se utilizam de preceitos da psicologia sócio-histórica, que servem de indicativos nesta área.



modo a permitir que estudantes que não podem estudar petrologia nem paleontologia pela visitação de um *canyon* real pudessem coletar fósseis e rochas para posterior análise em um laboratório de paleontologia ou petrologia, por meio desta.



**Figura 4.12:** Dinosaur Canyon [BEL 96]

Na simulação, os estudantes se engajam em atividades e na interpretações de rochas e fósseis em parceria com paleontólogos e petrologistas. Os alunos, sobre o Dinosaur Canyon, desenvolvem atividades em pequenos grupos, cada grupo estudando uma porção do terreno do canyon (de 10x10 metros quadrados de área). Eles recolhem exemplos de fósseis e rochas e posteriormente levam aos laboratórios que o ambiente dispõem para analisá-los. Esta análise é feita por microscópios e são obtidos datas radiométricos (através do medidor de radiação, da medida de potência da radiação), além de análise dos elementos presentes em pegadas e sinais nas rochas. No laboratório de paleontologia eles podem visualizar e medir os fósseis.

O programa é altamente visual e interativo e apresenta três princípios para ambientes educacionais oriundos da teoria do desenvolvimento infantil de Vygotsky [BEL 96]. Estes são descritos como atividades autênticas, colaboração e construção.

As *atividades autênticas* permitem aos alunos se engajarem nas mesmas atividades que paleontólogos ou petrólogos especialistas, na interpretação e análise de rochas e fósseis. Em sala de aula dispõem de livros e listas de referências que auxiliam na busca por suas interpretações.

Através do princípio de *colaboração* os alunos colaboram entre si, em pequenos grupos, para chegar a uma interpretação coletiva, além de colaborarem com especialistas na área que estão disponíveis para conversar sobre as descobertas dos alunos no ambiente.

Como último princípio, porém não menos importante, a *construção*. Alunos podem construir uma interpretação do *canyon* usando suas descobertas e por meio de pesquisa através da literatura. Eles apresentam suas descobertas para companheiros e para o professor em forma de uma apresentação e para a classe relatam qualquer aspecto do *canyon* escolhido para estudo em detalhes.

Note que o aluno está livre para realizar qualquer tarefa dentro do ambiente, baseando-se no seu objetivo ou da equipe a ser alcançado.

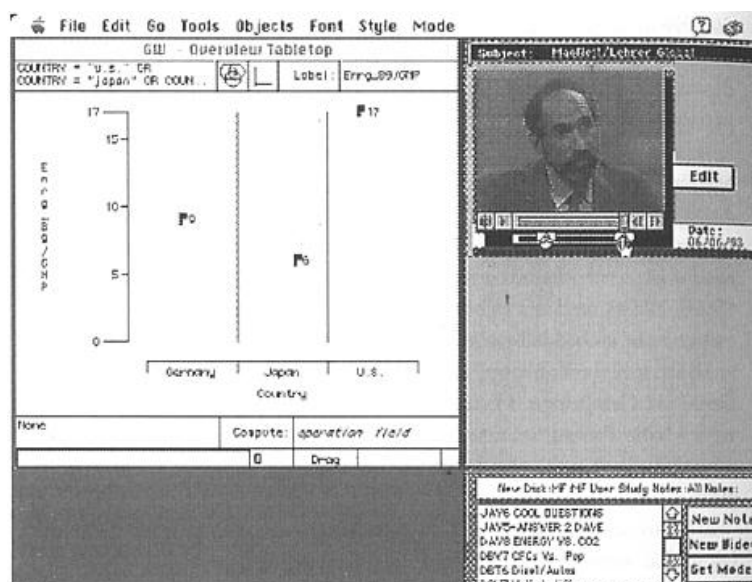
Os níveis da atividade se fazem presente neste tipo de operação, porque o aluno tem um objetivo, que é descobrir o que há em uma porção do terreno. Para isto será preciso utilizar seu conhecimento adquirido anteriormente, procurar novas fontes de conhecimento, em resumo “agir” e para realizar seus planos (ações) é preciso que opere.

#### 4.8.2 Media Fusion

O *Media Fusion* [BEL 96], [BEL 95], [BOR 94] é um programa que permite aos alunos construirem mensagens de vídeo ou de textos que podem conter embutidos ponteiros para aplicações de análise de dados.

O ambiente permite aos alunos explorarem assuntos sobre o aquecimento global. Ele contém vídeos e mensagens de textos criados por especialistas versando sobre o domínio estudado, os quais estudantes podem explorar em detalhes.

O software *Media Fusion* suporta *Colaboração*, um dos princípios derivados da Teoria da Atividade. Nele os alunos podem criar suas próprias mensagens de



**Figura 4.13:** Media Fusion [BEL 96]

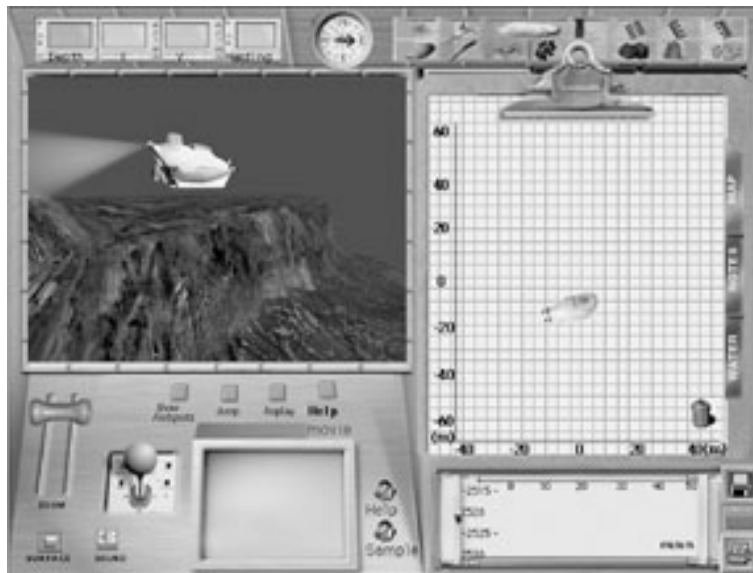
vídeo. Este também faz uso do princípio de *Construção* de modo que nele, os alunos somente podem se comunicar através da construção de uma mensagem de texto ou vídeo, expressando o conhecimento aprendido. Além da aplicação de *Atividades Autênticas*, de modo que os alunos investigam assuntos atuais e importantes para o mundo, usando dados reais para compreender eventos atuais. Têm acesso à argumentos apresentados pelo governo e discussões atuais ocorridas entre especialistas no tema.

### 4.8.3 Marine Virtual Explorer

O *Marve*<sup>18</sup> (Marine Virtual Explorer) é um software desenvolvido sob coordenação de Laura Malcolm na Stanford University School of Education [MAL 02]. Disponível apenas em CD-ROM, na formato de uma simulação, pretende auxiliar a aprendizagem através de um dos princípios para o projeto de ambientes educacionais baseados na teoria do desenvolvimento infantil de Vygotsky - *atividade autênticas* [BEL 96]. Neste o aprendiz exerce o papel de um especialista em uma interação de estudo. O domínio da

<sup>18</sup><http://pangea.stanford.edu/marve>.

simulação se encontra no plano oceanográfico.



**Figura 4.14:** Marine Virtual Explorer [MAL 02]

O software promove a compreensão, por parte dos alunos, da maneira como os cientistas administram pesquisas a bordo de um submarino de pesquisa, permitindo aos aprendizes o reconhecimento e descrição da estrutura geológica e sistemas ecológicos da Elevação de Pacífico Oriental.

Os alunos podem administrar a coleta de amostras e efetuar a análise da água como forma de adquirir habilidades de pesquisa geológicas fundamentais, bem como, o sistema permite o mapeamento do ambiente subaquático, o emprego de ferramentas e colecionamento de materiais encontrados em pesquisa, para posterior observação.

#### 4.8.4 DARE

O DARE <sup>19</sup> é considerado por seus desenvolvedores como um novo ambiente CSCW <sup>20</sup>.

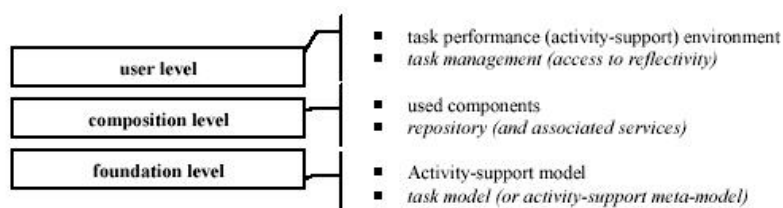
<sup>19</sup>Nome na lingua francesa, origem do trabalho - Activités Distribuées dans un Environnement Réflexif.

<sup>20</sup>Computer Supported Cooperative Work.

Segundo Grégory Bourguin, seu idealizador, as experiências com relação a CSCW tem demonstrado, infelizmente, que as necessidades dos usuários (alunos) não podem ser pré-definidas, porque emergem de suas atividades [BOU 00] em determinado ambiente.

O DARE é um ambiente baseado na Teoria da Atividade e projetado para desafiar a criação de ambientes que suportem não apenas necessidades pré-definidas, mas as que emergem da atividade de usuários no ambiente.

Ele é composto de três níveis, que podem ser vistos na Figura 4.15, descritos como nível base, nível de composição e do usuário.



**Figura 4.15:** Os três níveis do DARE [BOU 00], [BOU 01]

### Nível Base

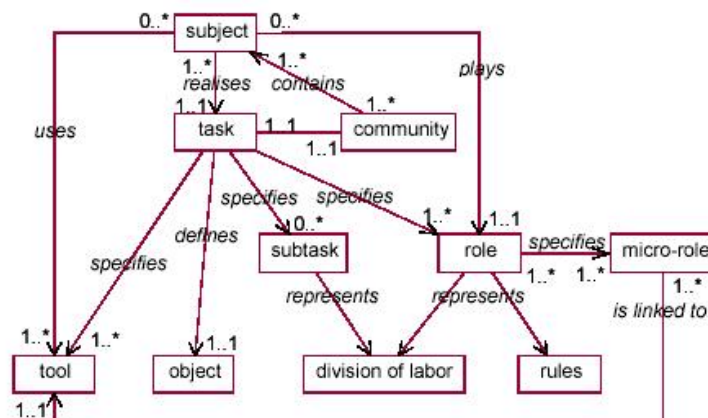
O nível Base representa a modelagem das atividades, introduzindo os conceitos e mecanismos que influenciarão o nível de composição. Observe que os conceitos dispostos neste nível correspondem aos conceitos oriundos da TA. Este nível está representado na ilustração da Figura 4.16.

Neste nível é que se definem os elementos, tais como papéis ou ferramentas que podem ser combinados e re-combinados para criar e evoluir para alguma *atividade-suporte* particular.

### Nível de Composição

O nível de composição é representado pela materialização dos conceitos descritos no nível base, ou seja, cada conceito é neste representado por um componente.

Os componentes podem ser exercícios (tarefas), um conjunto de papéis



**Figura 4.16:** Nível Base do DARE [BOU 00]

(professor, aluno, especialista) e ferramentas ( editor de texto, lousa compartilhada, áudio conferência). Estes componentes serão usados para iniciar uma atividade-suporte pré-definida, mas serão transformados pelos usuários para especializá-los às suas necessidades particulares. Segundo Grégory Bourguin, um ponto importante é que a evolução de um atividade-suporte é realizada pelos usuários, de acordo com suas necessidades emergentes [BOU 01].

### Nível do Usuário

O usuário tem acesso a um atividade-suporte por meio de um browser, graças a um *applet* particular chamado Applet de Atividade, conforme 4.17.

Este applet oferece uma representação de uma atividade-suporte, de acordo com o papel do usuário. Esta representação contém o conjunto de ferramentas disponíveis, uma representação da comunidade (os sujeitos e seus respectivos papéis) e mecanismos que apóiam algumas propriedades de consciência. Cada ferramenta pode ser iniciada no ambiente do usuário, do *applet* de atividade e pode ser configurada automaticamente para o sujeito de acordo com seu papel.

O DARE tem um papel significativo na composição de tarefas devido a sua generalidade, ou seja, pode-se escolher qualquer tipo de ferramenta para utilizar em sua atividade, não somente usar ferramentas pré-definidas, por exemplo.



**Figura 4.17:** Uma applet atividade do DARE [BOU 00]

Nesta seção foram apresentados alguns exemplos de softwares que foram desenvolvidos, tendo como base os conceitos oriundos da Teoria da Atividade. Uma característica relevante a ser observada é que a importância dada ao papel do usuário tende a ser privilegiada em detrimento do processo ou do sistema, ou seja, estas ferramentas (no sentido literal da palavra no contexto da TA) têm o papel de mediar a relação do sujeito com o conhecimento e não valorizar o poder computacional desta. Observe que estas ferramentas procuram orientar o sujeito ao desenvolvimento de potencialidades como investigação, interpretação, produção e colaboração, aspectos estes que raramente estão presentes em uma sala de aula.

## **4.9 Teoria da Atividade na Prática - Uma interpretação subjetiva**

Esta seção tem o objetivo de apresentar algumas práticas como o Ambiente Lemmings, Programação Extrema e Counter Strike, que em sua origem não tiveram intenção de utilizar a TA, mas apresentam características importantes dela que podem ser

de relevância para entender a aplicação da TA na realidade objetiva e como funciona uma relação mediada.

A Teoria da Atividade está tão presente no cotidiano dos indivíduos. Àqueles que dedicam a estudá-la podem observar seus aspectos dentro deste cenário. A TA está intimamente ligada ao modo de se fazer humano. Ela foi extraída da observação de seus desenvolvedores sobre a maneira que os homens constroem suas vidas e como se relacionam com o que os cerca. Provando que o mundo está em constante transformação, e esta se dá em função da inteligência inventiva do homem, que constrói e adapta seus artefatos de modo atender suas necessidades pessoais e comunitárias.

Esta seção trata-se de uma reflexão subjetiva da autora sobre a intersecção das práticas, citadas acima, com os elementos da TA. Durante a pesquisa foram extraídos alguns exemplos que foram julgados adequados para representar um modelo não teórico da TA, ou seja, procurando mostrar exemplos práticos da aplicação da teoria para promover uma melhor compreensão.

O domínio dos exemplos apresentados a seguir se embasa em modelagem de software e jogos, nos quais foram identificados aspectos presentes nos conceitos e princípios da TA.

#### **4.9.1 Relação Sujeito-Ferramenta-Objeto**

Uma analogia pertinente, sob a ótica da Teoria da Atividade, do ponto de vista da relação mediada entre os elementos (S-F-O) pode ser representada no jogo **Lemmings** conforme Figura 4.18.

O jogo é executado por um único sujeito (jogador) que tem a disposição ferramentas para auxiliá-lo alcançar seu objetivo geral que é guiar um número de lemmings <sup>21</sup> da entrada até a saída, passando de fase. E objetivos específicos quando se depara com um obstáculo. Devido ao fato de ser um jogo executado por um jogador (sujeito) que através de ferramentas disponíveis, vence os obstáculos dispostos no ambiente e alcança seu objetivo que no contexto deste é encontrar a saída com o maior número de

---

<sup>21</sup>personagens do jogo.





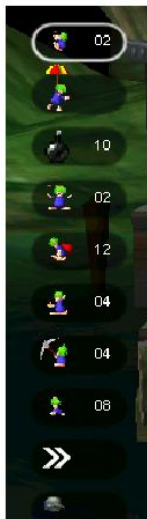
**Figura 4.18:** Ambiente Lemmings

Lemmings salvos guiando-os e passar de fase.

No Lemmings, o jogador tem a disposição um conjunto de ferramentas apropriadas, conforme Figura 4.19, ao tipo de terreno que será percorrido. Estas possuem um número significativo de unidades, que devem ser estrategicamente utilizadas de modo a vencer os obstáculos e alcançar o objetivo do jogo.

Os lemmings simplesmente caminham ao redor do ambiente e não executam tarefa alguma sem a orientação do jogador, conseqüentemente eles colidirão com os obstáculos ao longo do caminho se não forem orientados. Porém, o jogador pode nomear tarefas diferenciadas à alguns deles, como por exemplo cavar, minar ou bloquear outro lemming. O jogador pode atribuir a um lemming a tarefa de construir um caminho seguro para guiar os outros à saída. Este procedimento se dá através da ação/operação do sujeito (jogador) sobre as ferramentas disponíveis no ambiente.

Um fator interessante no jogo, semelhante ao preconizado na Teoria da Atividade, é a identificação dos níveis da atividade (atividade, ação e operação) quando do planejamento das estratégias para vencer os obstáculos, no tempo previsto e nas maneiras de atingir o objetivo.



**Figura 4.19:** Ferramentas disponíveis no ambiente Lemmings

Existe uma atividade pois há uma motivação que é passar de fase. Existem ações pois há de haver planejamentos conscientes para vencer os obstáculos, escolher ferramentas, para não desperdiçar lemmings e nem ferramentas. E existem operações pois o sujeito tem a capacidade de manusear com o mouse todo o terreno, as ferramentas e os lemmings. Considerando que os níveis variam, esta descrição seria sob um ponto de vista, mas deve ser dinâmica e particular de cada indivíduo que interage com o Lemmings.

#### **4.9.2 Relação Comunidade-Objeto-Divisão de Trabalho**

A metodologia de Programação Extrema possui alguns aspectos particulares que podem ser analogamente associados aos elementos da TA, presentes na relação mediada (C-O-DT), contribuindo para uma melhor compreensão de sua aplicação na prática.

Entre os aspectos observados e considerados para análise, sob o ponto de vista da Teoria da Atividade, dizem respeito à Programação em Par ou Colaborativa e a relação entre os elementos Comunidade-Divisão de Trabalho-Objeto/Objetivo.

A prática de Programação em Par ou Colaborativa, segundo Cockburn,

consiste de dois programadores trabalhando colaborativamente lado a lado no mesmo algoritmo, projeto ou tarefa de programação [COC 01], conforme ilustrado na Figura 4.20.

Nesta prática, uma pessoa é o “guia” e tem controle do tela/mouse/teclado e escreve o projeto ou código. A outra observa o trabalho do “guia” continua e ativamente procurando por defeitos, pensando em alternativas, observando recursos, considerando implicações estratégicas do trabalho à mão e fazendo perguntas [WIL 99]. O observador identifica deficiências táticas e estratégicas no trabalho.



**Figura 4.20:** Representação da Programação em Par

Quando os parceiros estão em níveis muito diferentes, aconselha-se que o “junior” fique como observador durante algum tempo. Quando este passa a ter um nível de conhecimento maior e começa a corrigir alguns erros do “senior”, então passa a pilotar a atividade. Estas duplas de programação são revezadas em média a cada duas horas, trocando papéis periodicamente, trabalhando juntos em par de igualdade no desenvolvimento de software [XIS 04].

Note que a divisão de trabalho entre a dupla, em primeiro momento parece ser fragmentada, ou seja, cada sujeito executa uma atividade pois um opera a máquina e o outro observa. Porém, é preciso observar que o objetivo da dupla é o mesmo, ou seja, programar determinada funcionalidade. Eles colaboram entre si para alcançar este objetivo.

Como outros segmentos das indústria, a metodologia XP está adotando

o modelo participativo de desenvolvimento. Estas transformações no modo de produção, são frutos da exigência desta nova sociedade que emerge e que exige um novo perfil de sujeitos e produtos para suprir as necessidades que também estão em constante transformação.

### 4.9.3 Relação Sujeito-Regras-Comunidade

Outra analogia, no domínio dos jogos, apresenta a relação entre os elementos (S-R-C) no contexto da Teoria da Atividade, pode ser representado no jogo Counter Strike, popularmente conhecido como CS, conforme Figura 4.21.



**Figura 4.21:** Jogo Counter Strike

No Counter-Strike existe a formação de duas comunidades: terroristas e contra-terroristas. Para se inserir nesta comunidade, o sujeito deve escolher um perfil de usuário correspondente a comunidade em que quer ingressar, no caso, ele pode escolher ser um terrorista ou contra-terrorista. Cada time tem a missão contrária a do outro.

Os perfis de usuário determinam quais os papéis desempenhados durante o jogo que podem ser:

- Resgate de reféns: quando os CTs precisam resgatar os reféns e os terroristas precisam impedir que isso aconteça, ou perdem o round.

- Bomba: quando os Terroristas precisam “plantar” uma bomba em um dos pontos específicos do mapa e os CTs devem evitar que isso aconteça ou ainda desarmar a bomba caso ela seja armada.

- Fuga: quando os Terroristas precisam escapar dos CTs.

- Assassinato: quando há um VIP que precisa ser protegido pelos CTs até um ponto de fuga. Os Terroristas precisam matá-lo.

Estas situações são divididas em rodadas, nas quais ganha a equipe que realizar o seu objetivo naquela missão. Isso acontece em locais chamados mapas, que existem de variados tipos.

Em um tipo de mapa os terroristas precisam plantar uma bomba em determinado local e os CTs (contra-terroristas) precisam desarmá-la, ou perdem o round. Também vence o round o time que eliminar o outro.

Durante estas situações, ganha-se dinheiro ao matar inimigos e/ou ao conseguir o objetivo da equipe no final da rodada. Perde-se dinheiro quando se mata participantes da mesma equipe, reféns (no caso dos CTs), entre outras maneiras. O dinheiro é extremamente importante, pois é através dele que se compra as armas do jogo.

O envolvimento da uma comunidade, exige a adoção de algumas regras a serem seguidas de modo a estabelecer uma forma de convivência harmoniosa entre os participantes do jogo. Caso o sujeito não siga algumas das regras estabelecidas pela comunidade, este pode ser bloqueado e impedido de prosseguir no jogo.

Não é permitido usar algum tipo de programa externo ao jogo como aqueles que permitem mira automática ou deixam as paredes invisíveis;

Não é permitido mudar qualquer parâmetro do jogo que interfira na partida;

Não é permitido eliminar pessoas do seu mesmo time (Team killer) atrapalhando a competição entre os grupos; Além de ser anti-ética, essa atitude é passível de kick (jogador é desconectado do servidor).

Não é permitido enviar mensagens com linguagem ou imagem grosseira, obscena e/ou pornográfica;

Não é permitido ficar inativo durante a partida. Pois um dos princípios

do CS é ação, ou seja, não há motivo para inatividade.

Este jogo pode representar, na interpretação da Teoria da Atividade, a relação entre os elementos (S-R-C) e (S-F-O), devido ao fato de ser um jogo competitivo, onde vários sujeitos (comunidade) interagem para alcançar um objetivo orientados por regras. Para alcançar seu objetivo os sujeitos tem a disposição um conjunto de ferramentas (armas), que devem ser estrategicamente utilizadas para não desperdiçarem munição, bem como são adquiridas devido o grau de consciência do indivíduo na interação.

No CS, para que o sujeito consiga atingir seu objetivo ele precisa fazer uso de algumas ferramentas. Porém, para consegui-las é preciso agir estrategicamente para conseguir dinheiro suficiente para comprá-las.

Nesta seção foi possível interpretar a teoria da atividade em exemplos práticos, embora estes modelos não tenham tido a preocupação em seu desenvolvimento em relação a TA e talvez seus desenvolvedores nem a conheçam, pode-se observar que ela está presente em muitas práticas cotidianas que passa despercebida.

## 4.10 Conclusão

Este capítulo procurou demonstrar os principais conceitos da TA, procurando contextualizá-los com a realidade objetiva, com a Educação e a Tecnologia Educacional.

Fez-se uma apresentação geral da TA demonstrando seus aspectos mais relevantes, seguida da seção de softwares desenvolvidos a partir de seus conceitos.

Também foram apresentados dois jogos (Lemmings e CS) e uma metodologia de desenvolvimento de software (XP), que a partir de uma análise subjetiva da autora parecem refletir aspectos abstraídos da TA como o papel de cada elemento em uma relação mediada e suas características particulares.

No que diz respeito aos softwares desenvolvidos baseados na TA, o que se pôde observar é que o domínio destes tendem a ser menores em dimensão de conteúdo a ser estudado, mas o estudo é feito em detalhes e analisado para ser melhor compreendido. Como é o caso do Marve, onde são estudados em detalhes vários aspectos de um pequeno

domínio que seria a *Elevação do Pacífico Oriental*. Porém, a interação é mais aprofundada e fecunda, além de promover a apropriação de habilidades diferenciadas como pesquisa, análise e interpretação de fatos.

Com relação a aplicação da TA na prática, sabe-se que tudo o que é produzido pelo homem é consequência do modo em que ele se faz humano e produz a sua existência dentro de um contexto sócio-histórico-cultural. Os reflexos da transição entre os modelos de sociedades ditas em massa e enxuta, já são sentidos em vários setores como por exemplo podem ser vistos no desenvolvimento de software, em práticas como a Programação Extrema, que adequa o processo de construção de software às exigências de uma nova sociedade, ou seja, o produção de conhecimento não é um processo solitário e sim participativo e de trocas.

## Capítulo 5

# Componentes Educacionais sob a ótica da Teoria da Atividade

*“Todo ponto de vista é a vista de um ponto. Ler significa reler e compreender, interpretar. Cada um lê com os olhos que tem. E interpreta a partir de onde os pés pisam”*. **Leonardo Boff**

### 5.1 Introdução

A Informática na Educação, devido seu caráter multidisciplinar, exige, ao desenvolvimento de artefatos computacionais voltados ao processo de ensino aprendizagem, uma visão holística da fusão das áreas de exatas e humanas.

Na área de exatas, neste caso, em Informática, o desenvolvimento de artefatos computacionais por exemplo, deve seguir pressupostos estabelecidos pela Engenharia de Software. Enquanto que, na área de humanas, em Educação, deve seguir algum referencial pedagógico que dê suporte ao processo de aprendizagem. Porém, não existe ainda, em Educação, o caráter paradigmático, pois esta é implementada com várias faces, interpretações e práticas. Unir estas duas áreas e obter um consenso apropriado pode exigir esforço considerável.

Obter uma visão holística porém, não é um processo trivial, nem des-



provido de complexidades, originadas fruto da fusão multidisciplinar. O processo de união de duas áreas distintas como Informática e Educação, com origens, linguagens e interpretações diferentes, inerentemente agrega dificuldades específica de cada uma delas e exige uma re-interpretação frente esta fusão.

O objetivo do presente capítulo é apresentar algumas alternativas inferidas, através da fusão de duas áreas que aparentemente parecem heterogêneas, Informática e Educação. Na intersecção destas áreas surge um novo conceito de *Componentes Educacionais*, que agregando benefícios das duas áreas, se tornam artefatos capazes de mediar o processo de ensino aprendizagem suportado por computador.

## 5.2 Taxonomia de Componentes Educacionais

No escopo desta pesquisa foi possível observar que existem diferenças entre os elementos que compõem a TA, gerando uma classificação entre eles, de modo que se têm componentes mediados e mediadores.

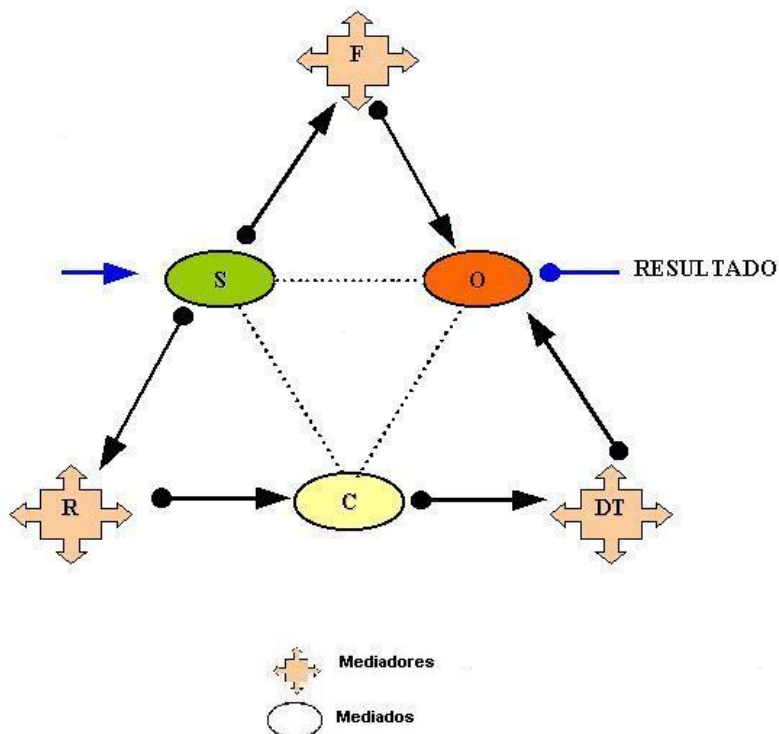
Alguns componentes exercem papel fundamental em cada uma das relações triplas <sup>1</sup>, pois têm o papel de estabelecer a relação entre os componentes mediados e são chamados de **Componentes Mediadores** e no contexto da Teoria da Atividade são descritos como Ferramenta, Divisão de Trabalho e Regras.

Os **Componentes Mediados** são aqueles que não devem se relacionar entre si, senão por meio de um Componente Mediador, descritos como Sujeito, Comunidade e Objeto. Na Figura 5.1, é possível visualizar as duas categorias de componentes e suas respectivas relações.

Sob o ponto de vista tecnológico, a materialização dos Componentes Mediados deve se deter em relação às interfaces de comunicação entre eles, de modo que os Componentes Mediadores somente se liguem um ao outro, por meio de um Componente Mediador. Garantindo, segundo a Teoria da Atividade, que a relação seja realmente mediada.

---

<sup>1</sup>Sujeito-Ferramenta-Objeto; Comunidade-Regras-Sujeito; Comunidade-Divisão de Trabalho-Objeto.



**Figura 5.1:** Relação entre Componentes Mediados e Mediadores [ENG 00]

### 5.3 Relação Mediada

Como descrito no capítulo 4, os humanos não atuam sobre o mundo que os cerca de forma direta, mas por meio de mediadores.

Uma relação mediada, ao nível computacional pressupõe que dois elementos não podem se ligar um ao outro senão por meio de um artefato mediador. O foco de uma relação mediada está no Componente Mediador, pois este deve exercer seu papel, garantindo que a relação seja mediada.

Os Componentes Educacionais, não são considerados somente em sua individualidade, mas em composição de trios, configurando deste modo uma relação mediada. Esta por sua vez, no mínimo, é formada de um Componente Mediador e dois Mediados.

Uma analogia interessante para representar a relação mediada e sua re-

levância, diz respeito a composição das moléculas de água (H<sub>2</sub>O). Esta, quando analisada sobre o ponto de vista de seus componentes em isolado, é formada apenas de gases. Porém, somente a união dos gases é que se atribui o caráter líquido da água. É neste contexto análogo que os Componentes Educacionais devem funcionar, garantindo a relação mediada.

A importância da relação mediada, se faz presente em uma interação educacional, devido ao fato de interpretar o potencial pedagógico quando unidos e não em sua individualidade.

Na seção a seguir serão descritas as três relações existentes na TA, valorando o papel dos componentes mediadores Regras, Ferramenta e Divisão de Trabalho dentro destas.

### 5.3.1 A relação Sujeito - Regras - Comunidade

A relação entre os Componentes Mediados Sujeito e Comunidade, conforme descrita no capítulo 4 e representada na Figura 5.2, não deve ser estabelecida de forma direta, mas por meio do **Componente Mediador Regras**. Esta, pode ser descrita como uma relação de relacionamento, ou seja, o Componente Mediador Regras tem o papel de regular o relacionamento entre o sujeito e a comunidade, de modo que a atividade transcorra dentro do estabelecido.



**Figura 5.2:** Relação Mediada por Regras

### 5.3.1.1 Como funciona a relação mediada

Em uma relação mediada, como descrito anteriormente, o papel do Componente Mediador é fundamental, no caso do Componente Educacional Regras, ele deve garantir que sejam cumpridas todas as especificações descritas na configuração das regras, ou seja, deve possuir serviços que garantam a regularidade nos relacionamentos entre os componente mediados. Por exemplo, um sujeito pode estar autorizado a atuar em um ambiente, acessar recursos e alterar documentos, somente se suas atitudes estiverem prevista nas regras. Estar previsto nas regras traduz-se em serviços que devem estar disponíveis.

Toda a tarefa que o sujeito executar em um ambiente, o Componente Mediador Regras deve ter a capacidade de permití-la ou não, baseando-se no que está especificado em seus serviços materializados em regras.

A influência das regras são sentidas não somente na relação mediada por regras, mas nas outras também de modo que o sujeito somente pode usar as ferramentas, manipular objetos, participar de uma comunidade e dividir o trabalho dentro do que está estabelecido em regras.

Os componentes mediados que se relacionam por meio do Componente Mediador Regra tem seus serviços adequados ao que fora estabelecido e que consta em regras ou regulamentos. O Componente Sujeito pode se integrar a uma comunidade, por exemplo, somente se respeitar às regras.

A relação mediada por regras funciona de modo que para que a ordem entre as tarefas ou atividades sejam mantidas, é necessário o respeito as regras, que devem ser seguidas pelo sujeito em particular e comunidade como um todo. Em um ambiente computacional por exemplo, a mediação por regras pode se materializar na autorização ou não do usuário ao executar determinada tarefa, ou seja, o componente deve ser capaz de possibilitar ou restringir acesso à determinados sujeitos e recursos.

### **5.3.1.2 Potencial Educacional desta relação**

Como descrito na subseção 4.7.5, do Capítulo 4, as regras são normas e convenções que mediam a relação do sujeito com sua comunidade. Em uma interação educacional, o adequado seria que fossem decididas pelos sujeitos que compõem a comunidade, em um processo participativo e democrático.

O potencial educacional de uma relação mediada por regras pode ser extraído quando, por exemplo, um professor explorar o conceito de regras em sociedade, o estabelecimento de regras na formação de uma comunidade ou na divisão de tarefas para a realização de algum tipo de trabalho em sala de aula.

O processo de estabelecimento de regras pode ser um momento propício para desenvolver o espírito de grupo, autonomia, respeito mútuo, expressão de idéias, reflexão, análise crítica e discussões relacionadas a moral e ética.

A disposição destas regras, depois de decididas deveria ficar em local onde todos pudessem visualizá-las.

### **5.3.1.3 Exemplo da Relação**

Em uma atividade de Produzir um Jornal, por exemplo, o conceito de regras pode se materializar no formato de um Estatuto Editorial<sup>2</sup>. Este, portanto, pode ser desenvolvido em colaboração com todos os membros de uma comunidade, através de um processo participativo, ou seja, todos os membros que compõem a produção de um jornal, por exemplo, podem auxiliar na elaboração de regras que conduzirão à composição de um jornal. Este deve ficar disponível para acesso por qualquer indivíduo que pertença a respectiva comunidade.

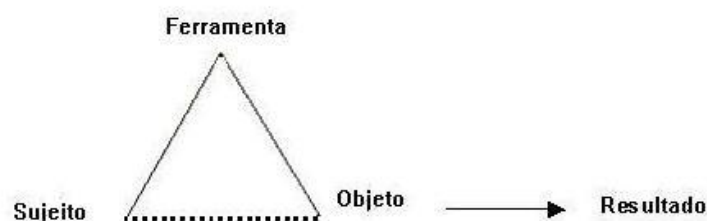
## **5.3.2 A relação Sujeito - Ferramenta - Objeto**

A relação entre os Componentes Mediados Sujeito e Objeto, conforme descrita no capítulo 4 e representada na Figura 5.3, não deve ser estabelecida de forma

---

<sup>2</sup>Lei orgânica ou regulamento de um Estado, associação, ou de qualquer corpo coletivo em geral. Lei orgânica ou regulamento especial de um Estado [MIC 04].

direta, mas por meio do **Componente Mediador Ferramenta**. Esta, pode ser descrita como uma relação de transformação, ou seja, o Componente Mediador Ferramenta tem o papel de agir sobre o objeto a partir de atitudes determinadas pelo sujeito de modo a transformá-lo em um resultado esperado.



**Figura 5.3:** Relação Mediada pela Ferramenta

### 5.3.2.1 Como funciona a relação mediada

Uma relação mediada por ferramentas deve garantir a transformação do objeto em um resultado almejado, ou seja, o Componente Ferramenta deve ser desenvolvido de modo que seus serviços atuem sobre o objeto, transformando-o em resultado, num processo que envolve várias fases e envolve vários níveis de uma atividade. Também garantindo que o sujeito não atue sobre o objeto senão por meio dele, ou seja, os serviços que o sujeito disponibiliza para serem utilizados no objeto, não podem ser realizados sem a interação do Componente Ferramenta.

A influência das ferramentas é sentida não somente na relação mediada por elas, mas nas outras relações também, de modo que a tanto o sujeito como a comunidade fazem uso delas para transformar o objeto em resultado, isto implica em alocação de ferramentas para a realização das tarefas requerendo seu compartilhamento. E as ferramentas também pode ser utilizadas para auxiliar na criação, alteração ou exclusão das regras de modo a auxiliar na transformação do objeto.

### 5.3.2.2 Potencial Educacional desta relação

O potencial educacional da relação S-F-O (Sujeito - Ferramenta - Objeto), pode ser extraído quando da descoberta de novas aplicações da mesma ferramenta em contextos diferenciados. Um exemplo que pode ser citado, é o caso do computador em sala de aula, que é uma ferramenta que pode ser utilizada para uma infinidade de tarefas diferentes.

### 5.3.2.3 Exemplo da Relação

Seguindo o mesmo exemplo descrito na seção 5.3.1.3, em uma atividade de Produção de um Jornal, o conceito de Ferramenta pode se materializar em pautas <sup>3</sup>, diário de bordo <sup>4</sup>, agenda <sup>5</sup>, mural <sup>6</sup>, meios de comunicação <sup>7</sup>, que servirão de meios para que o sujeito transforme suas pesquisas em matérias, que no todo comporão o jornal.

## 5.3.3 A relação Comunidade - Divisão de Trabalho - Objeto

A relação entre os Componentes Mediados Comunidade e Divisão de Trabalho, conforme descrita no Capítulo 4 e representada na Figura 5.4, não deve ser estabelecida de forma direta, mas por meio do **Componente Mediador Divisão de Trabalho**. Esta, pode ser descrita como uma relação de organização, ou seja, o Componente Mediador Divisão de Trabalho tem o papel de organizar a forma de trabalho para regular o relacionamento entre o sujeito e a comunidade, de modo que a atividade transcorra dentro do estabelecido e o objetivo seja alcançado, ou seja, o objeto seja transformado pela coordenação e colaboração de todos os participantes da atividade.

A relação C-DT-O (Comunidade - Divisão de Trabalho - Objeto), pode ser descrita como uma relação organizacional, ou seja, o **Componente Mediador Divisão de Trabalho** tem o papel de gerir a relação da comunidade na manipulação e

---

<sup>3</sup> sugestões de temas para o jornal.

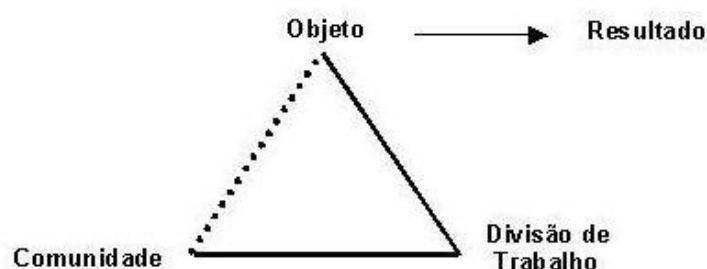
<sup>4</sup> local onde o sujeito descreve as atividades que já realizou, o que descobriu; um relato das produções.

<sup>5</sup> onde estão descritos as tarefas e os prazos.

<sup>6</sup> local de recados diversos.

<sup>7</sup> listas de discussão, email, chats, telefone, cartas.

transformação do objeto.



**Figura 5.4:** Relação Mediada pela Divisão de Trabalho

### 5.3.3.1 Como funciona a relação mediada

A relação entre C-DT-O, se torna mediada se o Componente Mediador Divisão de Trabalho exercer seu papel de organizar e garantir que a organização das tarefas sejam alocadas e realizadas como estabelecido.

### 5.3.3.2 Potencial Educacional desta relação

O potencial educacional da relação C-DT-O pode ser extraído através da valorização das habilidades que o sujeito possui e explorando seu potencial em diferentes atividades, fazendo com que interaja em diferentes contextos ou utilizando diferentes artefatos. Promover o compartilhamento de conhecimento entre os que tem níveis de desenvolvimento diferenciados. Criar o espírito de equipe entre os sujeitos que compõem uma comunidade e dividem o trabalho para alcançar um objetivo.

A influência da divisão de tarefas é sentida não somente na relação mediada por ela, mas nas outras relações também, de modo que organiza e divide o trabalho, que por sua vez pressupõem “transformar o objeto”. E para isso faz-se uso de ferramentas. A divisão das tarefas como envolve a comunidade implica que a divisão esteja compatível com as especificações dispostas em regras.



### 5.3.3.3 Exemplo da Relação

Na composição de um jornal cada sujeito tem um papel bem definido, ou seja, há jornalistas, redatores, fotógrafos e repórteres. A organização destes perfis faz com que a confecção do jornal ocorra com normalidade, pois cada sujeito executa seu papel e sua tarefa visando o objetivo a ser alcançado.

Na seção a seguir serão apresentadas as reflexões a cerca dos níveis que compõem uma atividade, bem como deveria se comportar um componente educacional nos respectivos níveis.

## 5.4 Aplicação dos três níveis

Como a própria Teoria da Atividade explica, não é possível fazer uma análise a priori e classificar o que é uma ação, operação ou atividade. Uma classificação poderia ser artificial, por que atividades são um “todo sistêmico” e é impossível de delinear acuradamente diferentes tipos de práticas [KUU 97]. A definição de cada nível é totalmente dependente em qual situação particular real o sujeito ou objeto estão. Mesmo assim, a teoria aponta iniciativas em tecnologia que podem implementar os níveis da atividade.

A utilização dos componentes educacionais por indivíduos que estiverem interagindo em um ambiente, pode variar de um uso mecânico, que precisa ser auxiliado ou que gere uma nova motivação, ou seja, faça surgir uma nova atividade. A implementação destes componentes educacionais deve prever a variação entre os níveis.

Para alguns indivíduos o uso dos componentes poderá ser mecânico ou não. Nas relações mediadas, o papel dos componentes educacionais deverá variar, de modo a adaptar o perfil de componente desejado para determinada situação.

Nesta seção serão apresentadas algumas reflexões inferidas sobre a possibilidade de implementação de componentes de software que supram a dinâmica exigidas pelos diferentes níveis de uma atividade.

### 5.4.1 Componente Educacional com nível de mediação operacional

Segundo Leontiev, em princípio todas as operações podem ser automatizadas [ENG 00], reforçando a iniciativa de que Componentes de Software podem implementar o nível operacional, característico de uma atividade.

Um componente educacional, em **nível de operação**, deve permitir a execução de tarefas, ou seja, executar os serviços que disponibiliza.

#### 5.4.1.1 Componente Mediador Ferramenta

Na relação S-F-O, o Componente Mediador Ferramenta, no **nível operacional** assume o papel de executor, garantindo as transformações no objeto a partir das operações do sujeito.

#### 5.4.1.2 Componente Mediador Regras

Na relação S-R-C, o Componente Mediador Regras, no **nível operacional**, deve garantir que as regras sejam seguidas pelo sujeito, quando interage com uma comunidade, seja no compartilhamento do objeto para sua transformação, por meio das ferramentas ou divide trabalho com outros membros da comunidade.

A função do Componente Mediador Regras é garantir que o uso da ferramenta seja restrito aos usuários definidos, que a divisão de tarefas siga o estabelecido nas regras. Somente executar serviços que estão descritos nas regras.

#### 5.4.1.3 Componente Mediador Divisão de Trabalho

Na relação C-DT-O, o Componente Mediador Divisão de Trabalho, no **nível operacional**, deve assumir a postura organizacional de modo que garanta a formação de grupos entre os sujeitos que compõe a comunidade e a divisão de tarefas.

Deve dar suporte a DT, para que ela realmente aconteça de forma estabelecida.

## 5.4.2 Componente Educacional com nível de mediação ação

Segundo Kari Kuutti, tecnologia da informação pode também ajudar em ações que vão em direção além do sentido de tornar algo visível, por exemplo. Ele indica ações comunicativas entre os participantes da atividade, coordenando ou negociando o motivo, ou algumas outras faces da atividade. Um componente educacional, no **nível de ação**, deve prover informações como forma de auxiliar na passagem de nível.

### 5.4.2.1 Componente Mediador Ferramenta

Na relação S-F-O, o Componente Mediador Ferramenta, no **nível de ação**, assume o papel de esclarecer ao sujeito dúvidas que possam surgir. Deve tornar visível informações por exemplo, sobre sua utilização e aplicação.

Ações não direcionadas para manipular ou transformar o objeto mas para coordenar ou negociar o motivo, ou outras faces da atividade [KUU 97].

Uma fator relevante relacionado aos níveis diz respeito as atividades, que são segundo Kuutti, formações de longo prazo, onde seu objeto é transformado não em uma única interação, mas num processo que consiste tipicamente de vários passos ou fases [KUU 97]. As ações não podem ser compreendidas e no contexto da pesquisa, não podem ser previstas pelo Componente se não se dispor de um quadro de referência criado pelo atividade correspondente, ou seja, é necessário que o Componente quando se encontrar no **nível de atividade** deve armazenar um histórico da atividade, onde conste dados sobre as relações e atitudes, de modo resumido, uma análise histórica do seu desenvolvimento com o qual seja possível analisar a situação atual e prever a dinâmica entre os níveis.

### 5.4.2.2 Componente Mediador Regras

Na relação S-R-C, o Componente Mediador Regras, no **nível de ação**, assume a postura de apresentar ao usuário a definição das regras em forma compreensível e visível. Regras com relação ao uso das ferramentas ou com relação a divisão de trabalho. Permissões ou alterações sobre o objeto. Observar as tentativas de infrações e apresentar

as regras.

#### 5.4.2.3 Componente Mediador Divisão de Trabalho

Na relação C-DT-O, o Componente Mediador Divisão de Trabalho, no **nível de ação**, assume o papel de tornar a divisão de tarefas visíveis e compreensíveis. Provê formas de organizar o trabalho.

O conceito de Divisão de Trabalho foi descrito na subseção 4.7.2, do Capítulo 4, como a forma de organização da comunidade para transformar o objeto em resultado.

O **Componente Mediador Divisão de Trabalho** pode ser um artefato que permite a discriminação das tarefas (objetos) e seus respectivos responsáveis, que podem ser um sujeitos ou um grupo de sujeitos.

Deve possuir um texto explicativo demonstrando como pode ser realizada a divisão das tarefas. E qual o objetivo da divisão do trabalho nesta atividade.

Este componente deve existir entre a relação dos componentes **Comunidade e Objeto**.

#### 5.4.3 Componente Educacional com nível de mediação atividade

Relembrando o que foi descrito no Capítulo 4, uma atividade se diferencia das outras por meio de seus objetos, ou seja, em uma atividade o objeto a ser transformado em resultado deve ser sempre o mesmo, se este mudar <sup>8</sup>, muda a motivação, conseqüentemente a atividade. Esta é uma boa indicação de como prever o **nível de atividade** na implementação de Componentes Educacionais.

##### 5.4.3.1 Componente Mediador Ferramenta

Na relação S-F-O, o Componente Mediador Ferramenta, no **nível de atividade**, por exemplo, deve garantir um novo serviço. Deve ter a capacidade de observar

---

<sup>8</sup>no sentido de ser trocado, não de transformação.

as interações de modo que em presença da troca do objeto, reconfigure (re-alocar) seus serviços.

Durante a interação, o uso do Componente Mediador Ferramenta, pode fazer surgir algumas dificuldades de uso, por parte do sujeito. Este pode ter a necessidade de conhecer melhor a ferramenta e para isto o componente Ferramenta deve disponibilizar algum tipo de recurso que supra esta necessidade. Em decorrência surge uma motivação de aprender como a ferramenta funciona e está configurado o surgimento de uma atividade, já que o objeto em foco modificou-se, ou seja, passou de um objetivo principal para um secundário que é aprender a usar a ferramenta.

#### 5.4.3.2 Componente Mediador Regras

Na relação S-R-C, o Componente Mediador Regras no **nível de atividade**, por exemplo, deve garantir a re-organização das regras. Deve ter a capacidade de observar as interações do sujeito com a comunidade, e em presença da troca do objeto, reconfigure (re-aloque) seus serviços.

Na relação S-F-O, o Componente Mediador Ferramenta, no **nível de atividade**, por exemplo, deve garantir um novo serviço. Deve ter a capacidade de observar as interações de modo que em presença da troca do objeto, reconfigure (re-alocar) seus serviços.

#### 5.4.3.3 Componente Mediador Divisão de Trabalho

Na relação C-DT-O, o Componente Mediador Divisão de Trabalho, no **nível de atividade**, deve por exemplo, discutir a reorganização da comunidade ou o estabelecimento de tarefas.

Para que uma ferramenta tenha utilidade, é necessário que o sujeito (ou usuário) tenha conhecimento de como aplicá-la, de modo à transformar o objeto. Neste caso, o Componente Mediador Ferramenta, no **nível de atividade** pode dispor de informações textuais (uma espécie de *help*), que descreva a indicação e modo de utilização para auxiliar o sujeito a “manusear” a ferramenta de maneira mais indicada.

	<b>Operação</b>	<b>Ação</b>	<b>Atividade</b>
<b>Ferramenta</b>	Garantir a transformação do objeto	Prover informações sobre sua utilização e aplicação	Garantir um novo serviço
<b>Regras</b>	Garantir que as regras sejam seguidas	Apresentar aos sujeitos a definição das regras	Discutir, estabelecer e redefinir novas regras
<b>Divisão de Trabalho</b>	Garantir que a divisão de tarefas sejam seguidas e ocorram como estabelecidas	Prover informações de como organizar o trabalho	Permitir a reorganização do trabalho

**Tabela 5.1:** Componentes Educacionais e seus respectivos níveis

## 5.5 Considerações Finais

O princípio de reuso, inerente ao conceito de Componentes de Software está presente nas três propostas abordadas nesta dissertação <sup>9</sup>. A preocupação computacional no desenvolvimento de aplicações educacionais se faz presente quando se almeja com o uso dos componentes educacionais: reuso, projetos rápidos e produtos de software confiáveis.

No E-Slate as interfaces de comunicação entre os componentes é feita pela metáfora do Lego, ou seja, são projetados de tal maneira que só se conectam a outros se as interfaces permitirem. Por exemplo, somente se conectam componentes que tem plugs da mesma cor em formatos diferentes como macho e fêmea. Analogamente os Componentes Educacionais baseados na Teoria da Atividade também possuem este re-

<sup>9</sup>E-Slate, ESCOT e CE baseados na TA.

curso de permissão, pois os componentes mediados não podem se ligar um ao outro senão por meio de um componente mediador.

Como nos Componentes Educacionais do Escot e do E-slate, os CE baseados na TA, descritos neste capítulo, podem compor um kit de componentes que servem para desenvolver aplicações ou atividades educacionais, ou seja, existem componentes como Sujeito, Objeto, Ferramenta, Divisão de Trabalho, Regras e Comunidade, cada qual modelado baseados nas características ditadas pela Teoria da Atividade.

A diferença entre os CE baseados na TA e os modelos do E-Slate e Escot se apresenta no que diz respeito ao público ao qual são destinados, sendo que os primeiros são para serem utilizados por programadores para a composição de atividades educacionais enquanto que E-Slate e Escot para usuários finais. Outro aspecto que os diferencia diz respeito ao domínio das aplicações construídas com os componentes educacionais. No E-Slate, os componentes disponíveis tem o formato de artefatos didáticos que auxiliam o desenvolvimento de atividades, como recursos de som, vídeo, imagem, tabelas, gráficos, navegador entre outros. O Escot diferentemente foca seus componentes no domínio matemático. Os CE baseados na TA não tem domínio específico por que são genéricos.

Os Componentes Educacionais dos projetos ESCOT e E-Slate, embora não tenha a intenção de utilizar a TA em seu desenvolvimento, podem ser re-interpretados baseados em seus conceitos e elementos.

## 5.6 Limitações no Resultado

A implementação dos níveis da atividade pode ser uma limitação no desenvolvimento de Componentes Educacionais baseados na Teoria da Atividade. O **nível operacional** já é bastante popular e sua possibilidade de implementação comprovada. Porém, o **nível de ação** apresenta maior dificuldade de implementação na prática, porque na TA, as ações são individuais e intelectuais. O que pode ser feito é prover alguns meios para favorecer o acontecimento de ações ao longo da realização da atividade.

## 5.7 Conclusões

Neste capítulo foram apresentadas algumas reflexões a cerca do desenvolvimento de Componentes de Software, que se utilizam da Teoria da Atividade como referencial psico-pedagógico, para que sejam utilizados na produção de softwares educacionais.

Pretendeu-se mostrar nesta dissertação que o papel de um artefato mediador em uma relação, no caso Componentes Educacionais, não é apenas a inserção de qualquer tipo de recurso entre o sujeito e o processo de aprendizagem, como poderia ser um estímulo na abordagem comportamentalista ou mesmo o caso dos Objetos de Aprendizagem (*Learning Objects*) descritos no Capítulo 3.

A implementação de um Componente Educacional é um processo complexo que envolve não somente o seu desenvolvimento que tem como referencial a Engenharia de Software, mas em se tratando de Teoria da Atividade, envolve sua relação com os outros componentes e a dinâmica dos níveis.

Devido a todos estes fatores, a dissertação adotou o caráter prospectivo, ou seja, partiu-se da investigação de como as coisas poderiam ser, pois não se dispõem de certezas estabelecidas no escopo da pesquisa.



# Capítulo 6

## Conclusões

A pesquisa em questão teve por objetivo fazer um estudo prospectivo de como o conceito de Componente Educacional, contextualizado a partir da Teoria da Atividade e da Engenharia de Software, pode ser usado como um das alternativas para melhorar a qualidade de softwares educacionais.

Em se tratando de uma pesquisa multidisciplinar, inerentemente implica em particularidades respectivas de cada uma das áreas envolvidas, o que por consequência pressupôs algumas limitações ao escopo desta. Fruto destas, a pesquisa apontou pontos de tensão que podem ser indicados como trabalhos futuros.

### 6.1 Limitações na Pesquisa

As limitações que foram identificadas nas fronteiras da pesquisa, estão relacionadas a carência de bibliografias e uma interpretação da Teoria da Atividade na Educação, ou seja, falta de materiais de onde pudessem ser abstraídos subsídios pedagógicos de sua aplicação.

A obra de Vygotsky, embora tenha sido desenvolvida na primeira metade do século passado, apenas há pouco mais de duas décadas está presente entre os ocidentais, mais especificamente dos pesquisadores brasileiros. A Teoria da Atividade que se baseia nos pressupostos do sócio interacionismo de Vygotsky, em consequência,

teve sua apresentação ocidental adiada. Hoje existem poucas bibliografias conhecidas, que tratam da Teoria da Atividade <sup>1</sup>, o que certa forma limita o escopo da pesquisa.

Em relação ao sócio-interacionismo aplicado à Educação, que poderia servir de base para amparar o desenvolvimento dos Componentes Educacionais, também se têm poucas bibliografias relacionadas <sup>2</sup>.

A Teoria da Atividade, de origem psicológica, não tem ainda uma interpretação de seus conceitos, ou seja, uma “Pedagogia da TA”. Este fator por sua vez, dificultou de certa forma a aplicação de seus conceitos na elaboração do modelo teórico para o desenvolvimento de Componentes Educacionais, pois não se tem “uma receita” de como desenvolver atividades educacionais.

Na ausência de um referencial pedagógico do sócio-interacionismo ou da Teoria da Atividade, o trabalho de criar um modelo teórico para o desenvolvimento de Componentes Educacionais tornou-se dificultado e a interpretação de como eles podem ser desenvolvidos seguiu uma interpretação pessoal da autora da dissertação.

## 6.2 Trabalhos Futuros

No escopo da pesquisa foi identificado um tópico que pode dar origem a um trabalho futuro. Este se apresenta na problemática a cerca da implementação dos níveis <sup>3</sup> em uma atividade, quando da modelagem do Componente Educacional.

Este deveria estar pronto para atuar nestes três níveis, ou seja, sua implementação deveria prever os três estados e re-alocação de seus serviços a cada novo estado.

Este ponto, considerado como um trabalho futuro, também poderia estar descrito em limitações, pois não deixa de ser um fator que restringiu a pesquisa.

---

<sup>1</sup>Rachel Nardi, Yrjö Engeström e Cole.

<sup>2</sup>Carl Ratner e Luis Moll.

<sup>3</sup>atividade, ação e operação.

## **6.3 Considerações Finais**

Esta pesquisa tem o cunho de sugerir através de algumas reflexões subjetivas sobre como os softwares educacionais deveriam ser e se comportar diante do novo cenário que se configura. A construção de softwares educacionais baseados na Teoria da Atividade, que use Componentes Educacionais talvez venha a se viabilizar somente quando houver uma teoria pedagógica baseada na Teoria da Atividade.



# Referências Bibliográficas

- [AOY 98] AOYAMA, M. **New age of software development: How component-based software engineering changes the way of software development.** Disponível em: <http://citeseer.nj.nec.com/aoyama98new.html>. Acessado em: 11/06/02.
- [ARA 96] ARANHA, M. L. A. **Filosofia da Educação.** 2. ed. Editora Moderna, 1996.
- [BEL 95] BELLAMY, R. et al. **Media Fusion: A Tool that Supports Learning through Experience, Reflection, and Collaboration.** Disponível em: <http://www.apple.com/euro/pdfs/acotlibrary/rpt20.pdf>. Acessado em: 11/08/03.
- [BEL 96] BELLAMY, R. **Designing Educational Technology: Computer Mediated Change,** chapter6, p.122–146. MIT Press, 2. ed., 1996.
- [BIR 00] BIRBILIS, G. et al. E-slate: a software architectural style for end-user programming. In: ICSE 2000, 2000. [s.n.], 2000. p.684–687. Disponível em: <http://e-slate.cti.gr/Resources/icse2000.pdf>. Acessado em 15/10/2004.
- [BOR 94] BOROVVOY, R. D.; COOPER, E. B. W.; BELLAMY, R. K. E. Media fusion: An application of model-based communication. In: CONFERENCE COMPANION ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1994. ACM Press, 1994. p.17–18. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/259963.259980>. Acessado em: 11/08/03.
- [BOU 00] BOURGUIN, G. **Um suporte informático a atividade cooperativa baseada na Teoria da Atividade: Projeto DARE.** Universidade de Ciencia e Tecnologia de Lille, 2000. Tese de doutorado.
- [BOU 01] BOURGUIN, G. **Integrating the CSCL Activities into Virtual Campuses: Foundations of a new Infrastructure for Distributed Collective Activities.** Disponível em: <http://www.mmi.unimaas.nl/euro-cscl/Papers/18.pdf>. Acessado em: 15/10/2004.

- [CHA 97] CHAUI, M. **Convite a Filosofia**. Editora Àtica, 1997.
- [CHA 99] CHAVES, E. O. C. **Tecnologia na Educação: Conceitos Básicos**. Disponível em: <http://www.suigeneris.pro.br/tecnologia.htm>. Acessado em: 10/02/2002.
- [COC 01] COCKBURN, A.; WILLIAMS, L. **The Costs and Benefits of Pair Programming**. Disponível em: <http://alistair.cockburn.us/crystal/articles/ppcb/pairprogrammingcostbene.html>. Acessado em: 15/10/2004.
- [CRN 02] CRNKOVIC, G. D. **The Anatomy of a Software Component and its Use in Educational Software**. Disponível em: <http://www.idt.mdh.se/cbse-book>. Acessado em 03/10/2002.
- [dB 88] DE BARROS, J. P. D.; DAMBRÓSIO, U. **Computadores, Escola e Sociedade**. Editora Scipione, 1988.
- [DEV 98] DEVRIES, R.; ZAN, B. **A ética na Educação Infantil: O ambiente sócio moral na escola**. 2. ed. Porto Alegre: Arte Medica, 1998.
- [dHF 86] DE HOLANDA FERREIRO, A. B. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. 2. ed. Editora Nova Fronteira, 1986.
- [DIJ 72] DIJKSTRA, E. **The Humble Programmer**. Disponível em: <http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd03xx/EWD340.PDF>. Acessado em: 15/10/2004.
- [dS 00a] DA SILVA, R. P. **Suporte ao desenvolvimento e uso de frameworks e componentes**. UFRGS, 2000. Tese de Doutorado.
- [dS 00b] DOS SANTOS, N. **Internet e o Desenvolvimento de Software**. Disponível em: [http://www.ime.uerj.br/professores/neidenew/Desen\\_Soft.htm](http://www.ime.uerj.br/professores/neidenew/Desen_Soft.htm). Acessado em: 15/10/2004.
- [EMM 02] EMMERICH, W.; KAVEH, N. Component technologies: Java beans, com, corba, rmi, ejb and the corba component model. In: PROCEEDINGS OF THE 24TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING, 2002. ACM Press, 2002. p.691–692. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/581339.581448>. Acessado em: 28/03/2002.
- [ENG 99] ENGSTRÖM, Y. **Perspectives on Activity Theory**, chapter1, p.19 – 38. Cambridge, 1. ed., 1999.
- [ENG 00] ENGSTRÖM, Y.; AHONEN, H. **On The Materiality Of Social Capital: An Activity-Theoretical Exploration**. Collective Cognition and Memory Practices: Building

- the Infrastructures of Distributed Collective Activity. Disponível em:  
<http://www.limsi.fr/WkG/PCD2000/textes/engestrom.html>. Acessado em: 28/03/2002.
- [eS 01] EL SADDIK, A.; FISCHER, S.; STEINMETZ, R. **Reusability and adaptability of Interactive Resources in Web Based Educational Systems**. Disponível em:  
<http://www.careo.org/vision/discussionpaper.pdf>. Acessado em 07/01/2003.
- [ESC 04] ESCOT. **Escot - Educational Software Components of Tomorrow**. Disponível em:  
[www.escot.org](http://www.escot.org). Acessado em 12/09/2004.
- [ESL 04] ESLATE. **E-slate**. Disponível em: <http://e-slate.cgi.gr>. Acessado em: 15/10/2004.
- [FRI 01] FRIESEN, N. **Building a Vision for Sharing Educational Objects in Alberta**. Disponível em: <http://www.careo.org/vision/discussionpaper.pdf>. Acessado em 07/01/2003.
- [FRI 03] FRIESEN, N. **Three Objections to Learning Objects**. Disponível em:  
<http://phenom.educ.ualberta.ca/~nfriesen>. Acessado em 07/12/2003.
- [GAD 97] GADOTTI, M. **Concepção Dialética da Educação**. 10°. ed. Cortez Editora, 1997.
- [GIB 94] GIBBS, W. W. **Softwares Chronic Crisis**. Disponível em: <http://www.cis.gsu.edu/~mmoore/CIS3300/handouts/SciAmSept1994.html>. Acessado em 13/12/2002.
- [GRA 99] GRAHAM, I. **Is there a difference between objects and components?** Disponível em:  
<http://www.trireme.com/whitepapers/design/components/objectsvscomponents.html>. Acessado em: 22/09/2003.
- [HAM 03] HAMZE, A. **Cultura da Tecnologia na Educação**. Disponível em:  
<http://www.brasilecola.com/trabalhos/tecnologia-educacao.htm>. Acessado em: 10/03/2004.
- [HIL 02] HILL, R.; CAPPER, P. Activity theory: A framework for analysing the learning processes of new zealand sheep farmers relating to decision-support software. In: FIFTH IFSA EUROPEAN SYMPOSIUM, 2002. [s.n.], 2002. Disponível em:  
<http://www.webresearch.co.nz/docspublic/IFSAPaper.pdf>. Acessado em: 25/03/2004.

- [HUG 97] HUGHES, M. **JavaBeans and ActiveX go head to head**. Disponível em: <http://www.javaworld.com/javaworld/jw-03-1997/jw-03-avb-tech.html>. Acessado em: 10/10/2003.
- [IEE 03] IEEE, L. T. S. C. **WG12: Learning Object Metadata**. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12>. Acessado em: 12/03/2003.
- [IP 01] Ip, A.; Morrison, I.; Currie, M., editors. **What is a Learning Object, Technically**, 2001. Disponível em: [http://kola.dls.au.com/Lo/LeaningObject\(WebNet2001\).pdf](http://kola.dls.au.com/Lo/LeaningObject(WebNet2001).pdf). Acessado em: 12/03/2003.
- [JOH 97] JOHNSON, M. **A walking tour of JavaBeans**. Disponível em: <http://www.javaworld.com/jw-08-1997/jw-08-beans.html>. Acessado em: 10/10/2003.
- [KAP 96] KAPTELININ, V. Activity theory: Implications for human computer interaction. In: **CONTEXT AND CONSCIOUSNESS - ACTIVITY THEORY AND HUMAN - COMPUTER INTERACTION**, chapter5, p.103–116. MIT Press, 2°. ed., 1996.
- [KAP 97] KAPTELININ, V.; NARDI, B. A. **Activity Theory: Basic Concepts and Applications**. CHI 97 Electronic Publications: Tutorials. Disponível em: <http://turing.acm.org/sigs/sigchi/chi97/proceedings/tutorial/bn.htmU6>. Acessado em: 10/10/2003.
- [KIZ 00] KIZILTAN, Z.; JONSSON, T.; HNICH, B. **On the Definition of Concepts in Component Based Software Development**. Disponível em: [citeseer.nj.nec.com/437569.html](http://citeseer.nj.nec.com/437569.html). Acessado em: 10/10/2003.
- [KOM 00] KOMOSINSKI, L. J. **Um Novo Significado para a Educação Tecnológica fundamentado na Informática como Artefato Mediador da Aprendizagem**. UFSC, Dezembro, 2000. Tese de doutorado.
- [KOU 98a] KOUTLIS, M. **E-Slate: a kit of educational components**. Disponível em: [citeseer.nj.nec.com/278937.html](http://citeseer.nj.nec.com/278937.html). Acessado em: 12/09/2004.
- [KOU 98b] KOUTLIS, M. et al. Inter-component communication as a vehicle towards end-user modeling. 1998. [s.n.], 1998. Disponível em: [citeseer.nj.nec.com/koutlis98intercomponent.html](http://citeseer.nj.nec.com/koutlis98intercomponent.html). Acessado em 12/09/2004.
- [KRI 96] KRISTENSEN, A. **Obstacles for a component-based software industry**. Disponível em: <http://citeseer.nj.nec.com/566.html>. Acessado em 10/10/2003.



- [KRU 92] KRUEGER, C. W. Software reuse. 1992. ACM Press, 1992. v.24, p.131–183. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/130844.130856>. Acessado em 10/10/2003.
- [KUU 96] KUUTTI, K. Activity theory as a potential framework for human - computer interaction research. In: Nardi, B., editor, **CONTEXT AND CONSCIOUSNESS - ACTIVITY THEORY AND HUMAN - COMPUTER INTERACTION**, chapter4, p.17–44. MIT Press, 2º. ed., 1996.
- [KUU 97] KUUTTI, K. Activity theory as a potential framework for human - computer interaction research. In: **CONTEXT AND CONSCIOUSNESS - ACTIVITY THEORY AND HUMAN - COMPUTER INTERACTION**, chapter4, p.17–44. MIT Press, 2º. ed., 1997.
- [LüE 01] LÜER, C.; ROSENBLUM, D. S. Wren – an environment for component-based development. 2001. [s.n.], 2001. p.207 – 217. Disponível em: <http://www.ics.uci.edu/~chl/Wren>. Acessado em 15/10/2004.
- [LEO 77] LEONTYEV, A. N. **Activity and Consciousness**. Disponível em: <http://www.marxists.org/archive/leontev/works/1977/leon1977.htm>. Acessado em: 15/10/2004.
- [LOR 01] LORCEE. **Learning Objects Repositories: Collaborating for Educational Excellence**. Disponível em: <http://www2.atl.ualberta.ca/resources/articles/LOR.HTM>. Acessado em 15/10/2003.
- [LUC 97] LUCENA. **Uma Escola Aberta na Internet: Kidlink no Brasil**. Disponível em: <http://venus.rdc.puc-rio.br/kids/kidlink>. Acessado em:15/10/2004.
- [LUC 03] LUCCI, E. A. **A Era Pós-Industrial, a Sociedade do Conhecimento e a Educação para o Pensar**. Disponível em: <http://www.hottopos.com/vidlib7/e2.htm>. Acessado em 15/10/2004.
- [MAL 02] MALCOLM, L. **MARVE - Marine Virtual Explore**. Disponível em: <http://pangea.stanford.edu/marve>. Acessado em 15/10/2004.
- [MAR 97a] MARANGOZOV, V. et al. **Connectors: a Key Feature for Building Distributed Component-Based Architectures**. Disponível em: <http://citeseer.nj.nec.com/cache/papers/cs/594>. Acessado em 15/10/2004.
- [MAR 97b] MARTINS, J. C. Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: Reconhecer e desvendar o mundo. In: **SÉRIE IDÉIAS**, 1997. **Proceedings...** São Paulo: FDE, 1997. Number28, p.111–112. Disponível

em:[http://cre.edunet.sp.gov.br/pdf/ideias\\_28\\_p111-122\\_c.pdf](http://cre.edunet.sp.gov.br/pdf/ideias_28_p111-122_c.pdf).

Acessado em: 15/10/2004.

- [MAR 99] MARTINS, L. E. G. **Utilização dos Preceitos da Teoria da Atividade na Elicitação dos Requisitos do Software**. Disponível em:  
<http://www.inf.ufsc.br/sbes99/anais/SBES-Completo/06.pdf>.  
 Acessado em: 15/10/2004.
- [MCI 68] MCILROY, M. **MASS PRODUCED SOFTWARE COMPONENTS**. Disponível em:  
<http://www.ericleach.com/massprod.htm>. Acessado em: 15/10/2004.
- [MER 00] MERRILL, M. D. **Knowledge Objects**. Disponível em:  
<http://www.id2.edu/Papers/KnowledgeObjects.pdf>. Acessado em  
 07/01/2003.
- [MIC 04] MICHAELIS. **Michaelis Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. Disponível  
 em:<http://www.meusdicionarios.com.br/>. Acessado em 25/10/2004.
- [MIE 99] MIETTINEN, R. **Transcending Traditional School Learning: Teachers Work and Networks of Learning**, chapter20, p.325–343. Cambridge, 1. ed., 1999.
- [MOL 96] MOLL, L. C. **Vygotsky e a Educação**. Artes Médicas, 1996.
- [MUR 97] MURER, T. **The Challenge of the Global Software Process**. Disponível em:  
<http://portal.acm.org>. Acessado em: 15/10/2004.
- [NAR 97] NARDI, B. A. **Studying Context: A Comparasion of Activity Theory, Situted Actio Models and Distributed Cognition**. 2. ed. MIT Press, 1997. 69 - 102 p.
- [NIE 95] NIERSTRASZ, O.; DAMI, L. **Object-Oriented Software Composition**, chapterOne, p.3–28. Prentice Hall, 1995. Disponível em:  
<http://www.iam.unibe.ch/~oscar/OOSC/PDF/Nier95cCOST.pdf>. Acessado em; 15/10/2004.
- [OLI 93] OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky - Aprendizagem e Desenvolvimento um processo Sócio Histórico**. Pensamento e Ação no Magistério. Editora Scipione, 1993.
- [PAR 01] PARRISH, A.; DIXON, B.; CORDES, D. Binary software components in the undergraduate computer science curriculum. In: PROCEEDINGS OF THE THIRTY-SECOND SIGCSE TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 2001. ACM Press, 2001. p.332–336. Disponível em:  
<http://doi.acm.org/10.1145/364447.364615>. Acessado em: 15/10/2004.
- [POZ 98] POZO, J. I. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem**. 3. ed. Artes Médicas, 1998.

- [PRE 95] PRESSMAN, R. **Engenharia de Software**. Makron Books, 1995.
- [RAT 95] RATNER, C. **A Psicologia Sócio-Histórica de Vygotsky aplicações Contemporâneas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
- [REG 99] REGO, T. C. **Vigotsky - Uma perspectiva Histórico Cultural da Educação**. 8º. ed. Editora Vozes, 1999.
- [REP 00] REPENNING, A. **AgentSheets: an Interactive Simulation Environment with End-User Programmable Agents**. Disponível em: <http://www.cs.colorado.edu/~ralex/papers/PDF/Interaction2000.pdf>. Acessado em 15/10/2004.
- [REP 01a] REPENNING, A. **Using Components for Rapid Distributed Software Development**. Disponível em: <http://csdl.computer.org/comp/mags/so/2001/02/s2038abs.htm>. Acessado em: 15/10/2004.
- [REP 01b] REPOSITORIES, L. O. **Learning Object Repositories: Collaborating for Educational Excellence**. Disponível em: <http://www.atl.ualberta.ca/resources/articles/LOR.htm>. Acessado em: 10/10/2003.
- [ROD 99] RODRIGUES, A. M. M.; DAS NEVES, A. M. C.; ET AL. **Educação Tecnológica - Desafios e Perspectivas**. Cortez Editora, 1999.
- [ROS 98] ROSCHELLE, J.; KAPUT JIME, A. W. S.; AT AL. **Scaleable Integration of Educational Software: Exploring the Promise of Component Architectures**. Disponível em: [citeseer.nj.nec.com/jeremy98scaleable.html](http://citeseer.nj.nec.com/jeremy98scaleable.html). Acessado em: 15/10/2004.
- [ROS 99a] ROSCHELLE, J. et al. **Developing Educational Software Components**. Disponível em: [citeseer.nj.nec.com/roschelle99developing.html](http://citeseer.nj.nec.com/roschelle99developing.html). Acessado em: 15/10/2004.
- [ROS 99b] ROSCHELLE, J.; KAPUT, J. Educational software architecture and systematic impact: The promise of component software. Online, 1999. Disponível em: <http://www.simcalc.umassd.edu/NewWebsite/downloads/SSImpact.pdf>. Acessado em: 15/10/2004.
- [ROS 99c] ROSCHELLE, J. et al. Lessons from research with educational software components, 1999. Disponível em: <http://lilt.ics.hawaii.edu/lilt/papers/1999/lessonsEdSoftComp.pdf>. Acessado em: 15/10/2004.

- [SAN 98] SANCHO, J. **Para uma Tecnologia Educacional**. Artmed, 1998.
- [SAR 80] SARUP, M. **Marxismo e educação : abordagem fenomenológica e marxista da educação**. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.
- [SIQ 02] SIQUEIRA, F. A. **Introdução à Tecnologia de Componentes**. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~frank/INE5612>. Acessado em: 17/11/2003.
- [SPA 03] SPALTER, A. M. **Problems with Using Components in Educational Software**. Disponível em: <http://www.siggraph.org/s2003/docs/spalter.pdf>. Acessado em: 15/10/2004.
- [SZY 98] SZYPERSKI, C. **Component Software Beyond Object-Oriented Programming**. 2°. ed. ADDISON - WESLEY, 1998.
- [SZY 99] SZYPERSKI, C. **Components and Objects Together**. Disponível em: <http://www.sdmagazine.com/documents/s=758/sdm9905b/9905b.htm>. Acessado em: 15/10/2004.
- [THE 04] THEFREEDICTIONARY. **Software Crisis**. Disponível em: <http://encyclopedia.thefreedictionary.com>. Acessado em: 15/10/2004.
- [TOO 00] TOOMELA, A. Activity theory is a dead end for cultural historical psychology. In: **CULTURE AND PSYCOLOGY**, v.6, p.353–364. SAGE, 2000. Disponível em: <http://www.sagepub.co.uk>. Acessado em: 15/10/2004.
- [VAL 99] VALENTE, J. A. **O computador na Sociedade do Conhecimento**, p.11–28. PROINFO, 1999. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~edla/mec/livro01.pdf>. Acessado em: 25/10/2003.
- [VER 98] VERENIKINA, I.; GOULD, E. Tool based psychology as a philosophy of technology. **Australian Journal of Information Systems**, [S.l.], v.6, n.1, 1998.
- [VIE 99] VIEIRA, F. M. S. **Ensaio: A Informática Aplicada à Educação**. Disponível em: <http://geocities.yahoo.com.br/ntemontesclaros/infapled.htm>. Acessado em: 15/10/2004.
- [VOS 02] VOSS, G. **Java Beans, Part 1 - Definition: What is a Bean?** Disponível em: <http://developer.java.sun.com/developer/onlineTraining/Beans/Beans1/simple-definition.html>. Acessado em: 15/10/2004.
- [WAL 02] WALLIN, C. **Verification and Validation of Software Components and Component Based Software Systems**, chapter5, p.29–37. Artech House, 2002. Disponível em: [http://www.idt.mdh.se/cbse-book/extended-reports/05\\_ExtendedReport.pdf](http://www.idt.mdh.se/cbse-book/extended-reports/05_ExtendedReport.pdf). Acessado em: 15/10/2004.

- [WEB 98] WEBER, S. W. **Gramsci e Vygotsky: Na Educação para os Excluídos**. UFSC, 1998. Dissertação de Mestrado.
- [WIL 99] WILLIAMS, L. A.; KESSLER, R. R. **The Effects of Pair-Pressure and Pair-Learning on Software Engineering Education**. Disponível em: <http://www.xispe.com.br>. Acessado em: 15/10/2004.
- [WIL 00] WILEY, D. **Learning Object Design and Sequencing Theory**. Disponível em: <http://wiley.ed.usu.edu/docs/dissertation.pdf>. Acessado em: 15/10/2004.
- [XIS 04] XISPE. **Extreme Programming**. Disponível em: <http://www.xispe.com.br/index.html>. Acessado em: 15/10/2004.
- [ZHA 99] ZHAO, Y. **Duct Tape and Magic: Component Architectures and Web Based Learning Environments**. Disponível em: <http://punya.educ.msu.edu/PunyaWeb/pubs/print/component/>. Acessado em: 15/10/2004.